

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Análisis Numérico
Clave de la asignatura:	NAF-0901
SATCA¹	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Nanotecnología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura proporciona al perfil del estudiante de Ingeniería en Nanotecnología, las bases para utilizar en su desempeño profesional los algoritmos numéricos, como herramientas para la solución de problemas de nanotecnología, mediante el uso de programas específicos para computadora.

Para el desarrollo de la asignatura, se considera fundamental las bases teórico prácticas de cursos previos de matemáticas, puesto que se utilizan para realizar el planteamiento de problemas comunes en la ingeniería.

Debido a que en nanotecnología durante la caracterización de materiales se obtienen una gran cantidad de datos, es necesario determinar el comportamiento de estos mediante análisis que resulta en un modelo matemático del mismo.

Con esto se pretende inducir al alumno, para que adquiera un pensamiento técnico-científico para el tratamiento de información, que le ayuden en la toma de decisiones en su desarrollo profesional.

Intención didáctica.

El temario inicia con una introducción a los problemas matemáticos, y sus soluciones, se hace énfasis en la importancia de los métodos numéricos lo mismo que los distintos tipos de errores y su tratamiento en el análisis de datos.

En los temas siguientes, se abordan cada uno de los métodos que existen para el tratamiento de datos y la solución matemática de los mismos, observando que estos van desde los más sencillos hasta los más complejos; es decir aquellos que no presentan una gran dificultad como son los métodos algebraicos, iterativos, etc., hasta culminar con aquellos que requieren un tratamiento más complejo debido a que involucran los métodos de integración, soluciones de ecuaciones diferenciales y valores en la frontera.

Se abordan reiteradamente los conceptos fundamentales y que son comunes en cada método para lograr la comprensión de los mismos.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Se sugiere como actividad iniciadora aplicar un examen diagnóstico con el objeto de homogenizar a los estudiantes en el conocimiento de los métodos básicos; además también se sugiere al profesor integrar actividades que permitan medir la comprensión de los temas, así como la aplicación de manera práctica, dando con esto un dinamismo e interacción entre grupos colaborativos.

Las actividades de aprendizaje, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje, algunas de ellas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados obtenidos.

Es deseable que se tengan datos reales provenientes de alguna actividad inherente a la formación del futuro Ingeniero en Nanotecnología, de modo que aplique los conocimientos que vaya adquiriendo en el tratamiento de datos y su interpretación matemática, con el apoyo de programas o software especializado en el tema. Esto coadyuva para que el alumno tenga la capacidad de discernir cuando un método es confiable y cuando no, utilizando un razonamiento lógico.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez del 27 al 29 de Abril de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión Nacional de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología e Ingeniería en Logística del SNEST.
Instituto Tecnológico de Puebla del 8 al 12 de Junio de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Celaya, Saltillo, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de las carreras de Ing. en Nanotecnología, Gestión Empresarial, Logística, y asignaturas comunes del SNEST.
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de Noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Ciudad Juárez, Superior de Irapuato, San Luis Potosí, Chihuahua.	Reunión de seguimiento de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ing. en Nanotecnología, del SNEST.



Instituto Tecnológico de Villahermosa del 24 al 28 de Mayo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tijuana, Querétaro, Superior de Irapuato, Chihuahua, Saltillo.	Reunión de consolidación de diseño e innovación curricular para el desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ing. en Nanotecnología, del SNEST.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Desarrolla la capacidad crítica para la interpretación, representación y presentación de resultados numéricos en el estudio de fenómenos, potenciando la habilidad de la deducción y comprensión de algoritmos y desarrollo de aplicaciones.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Aplica conocimientos básicos de cálculo diferencial. Aplica conocimientos básicos de cálculo Integral. Conoce y aplica métodos de solución del cálculo de varias variables. Aplica conocimientos de álgebra lineal. Conoce y aplica los distintos métodos de solución de ecuaciones diferenciales. Aplica conocimientos básicos de programación.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1. Problemas matemáticos y sus soluciones 1.2. Importancia de los métodos numéricos 1.3. Tipos de errores 1.3.1. Definición de error 1.3.2. Error por redondeo 1.3.3. Error por truncamiento 1.3.4. Error numérico total 1.3.5. Errores humanos 1.4. Aplicaciones

2	Solución de Ecuaciones Algebraicas	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Teoría de un método iterativo 2.2 Raíz de una ecuación <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Fundamento matemático 2.3 Métodos de intervalo <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Método de bisección 2.3.2 Método de falsa posición 2.4 Métodos de punto fijo <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1 Método de aproximaciones sucesivas 2.4.2 Método de la secante 2.4.3 Método de Newton-Raphson 2.5 Otros métodos 2.6 Aplicaciones
3	Solución de Sistemas de Ecuaciones Algebraicas lineales y No lineales	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Álgebra matricial. <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1 Teoría de los sistemas lineales 3.2 Métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1 Eliminación Gaussiana 3.2.2 Matriz inversa 3.2.3 Eigenvalores, eigenvectores y Diagonalización 3.2.4 Gauss-Jordan 3.2.5 Regla de Cramer 3.2.6 Métodos iterativos <ul style="list-style-type: none"> 3.2.6.1 Jacobi 3.2.6.2 Gauss Seidel 3.3 Teoría de sistemas de ecuaciones no lineales 3.4 Métodos de solución. <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1 Iterativo secuencial 3.4.2 Newton. 3.4.3 Otros métodos mejorados 3.5 Aplicaciones
4	Ajuste de funciones	<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Fundamentos de estadística <ul style="list-style-type: none"> 4.1.1 Conjunto de mediciones experimentales 4.1.2 Media y desviación estándar 4.2 Interpolación <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 Polinomios de interpolación con diferencias divididas de Newton <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1.1 Interpolación lineal 4.2.1.2 Interpolación cuadrática 4.2.2 Polinomios de interpolación de Lagrange 4.3 Regresión de mínimos cuadrados

		<ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 Algoritmo de mínimo cuadrado 4.3.2 Regresión lineal 4.3.3 Regresión Polinomial 4.3.4 Regresión lineal Múltiple 4.4 Aplicaciones
5	Diferenciación e Integración Numérica	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Derivación numérica 5.2 Integración numérica <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1 Método del trapecio 5.2.2 Método de Simpson 5.2.3 Integración de Romberg 5.2.4 Método aleatorio 5.3 Integración múltiple 5.4 Aplicaciones
6	Solución de Ecuaciones Diferenciales (valor inicial)	<ul style="list-style-type: none"> 6.1 Fundamentos 6.2 Métodos de un paso <ul style="list-style-type: none"> 6.2.1 Método Euler y Euler Mejorado 6.2.2 Método de Ruge Kutta 6.3 Métodos rígidos y de pasos múltiples <ul style="list-style-type: none"> 6.3.1 Sistemas rígidos <ul style="list-style-type: none"> 6.3.1.1 Método de Euler implícito 6.3.1.2 Regla trapezoidal 6.3.2 Métodos multipaso <ul style="list-style-type: none"> 6.3.2.1 Método de Heun 6.3.2.2 Método de Milne. 6.3.2.3 Método de Adams de cuarto orden 6.4 Métodos de tamaño de paso variable <ul style="list-style-type: none"> 6.4.1 Método adaptativo Runge Kutta 6.4.2 Métodos Predictor corrector de tamaño de paso variable 6.5 Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias 6.6 Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de orden n 6.7 Aplicaciones
7	Solución de problemas con valor en la frontera y solución de ecuaciones diferenciales parciales	<ul style="list-style-type: none"> 7.1 Métodos generales para problemas con valores en la frontera, lineales y no-lineales <ul style="list-style-type: none"> 7.1.1 Método de disparo 7.1.2 Método de diferencias finitas 7.2 Clasificación de ecuaciones diferenciales parciales <ul style="list-style-type: none"> 7.2.1 Solución de ecuaciones parciales

		elípticas por el método de diferencias finitas 7.2.2 Solución de ecuaciones parciales parabólicas por el método de diferencias finitas 7.3 Aplicaciones
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> • Comprende la importancia de los métodos numéricos en la solución de los problemas de la nanotecnología. • Conoce los diferentes tipos de errores que se pueden introducir al aplicar un método numérico por medio de un programa computacional. Genéricas: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuando el modelo matemático de un problema, es posible resolverlo analíticamente y cuándo se hace necesario utilizar otro tipo de métodos como los gráficos, los numéricos, entre otros. • Evaluar las ventajas de los métodos numéricos sobre otros métodos, al permitir el uso de la computadora como herramienta para la solución de problemas. • Aplicar el concepto de error por redondeo, por truncamiento, error absoluto y relativo y su efecto en la exactitud y precisión, del resultado obtenido por la aplicación de un método numérico.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
<p>2. Solución de Ecuaciones Algebraicas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los métodos de evaluación de la raíz de una ecuación, valorará la confiabilidad del método. • Establece los criterios para escoger los métodos adecuados para un problema particular. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir los conceptos de iteración, proceso iterativo, convergencia y divergencia. • Aplicar los principios matemáticos fundamentales para la evaluación de la raíz de una ecuación. • Definir intervalos, raíces aproximadas y valores iniciales por medio de los métodos gráficos como base para su aplicación en los métodos de solución numérica. • Aplicar los métodos numéricos de solución de raíces de ecuaciones, enfatizando las ventajas y desventajas de cada uno sobre la base del tipo de ecuación.



<p>en la práctica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
<p>3. Solución de Sistemas de Ecuaciones Algebraicas lineales y No lineales</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los métodos numéricos en la evaluación del determinante de una matriz y en la solución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los conceptos de álgebra matricial. • Mostrar su factibilidad de manipulación por medio de programas de computación • Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales simultáneamente en el cálculo de determinantes. • Aplicar los métodos de solución de sistemas de ecuaciones no lineales (métodos iterativos, Newton-Raphson, entre otros).

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
4. Ajuste de funciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estima los valores intermedios de una serie de datos experimentales por medio de métodos de interpolación. • Ajusta una función utilizando el método de mínimos cuadrados. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los principios básicos de la estadística, tales como el cálculo de la media aritmética y la desviación estándar de un conjunto de datos experimentales. • Aplicar los métodos de interpolación de LaGrange para la estimación de valores intermedios de un grupo de datos experimentales. • Aplicar el método de mínimos cuadrados para el ajuste de datos experimentales a una función.

<ul style="list-style-type: none"> Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
5. Diferenciación e Integración Numérica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica los métodos de derivación e integración numérica a problemas específicos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Habilidades básicas de manejo de la computadora. Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. Solución de problemas. Trabajo en equipo interdisciplinario. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Capacidad de aprender. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. Habilidades básicas de manejo de la computadora. Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. Solución de problemas. Trabajo en equipo interdisciplinario. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Capacidad de aprender. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> Estimar las diferenciales de cualquier orden de un conjunto de valores discretos, tomando como base la diferencia finita. Conocer los diferentes métodos de integración numérica, aplicándolos a problemas de Ingeniería.

6. Solución de Ecuaciones Diferenciales (valor inicial)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los métodos numéricos en la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Repasar los principios fundamentales de la solución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. • Aplicar los métodos de solución numérica para ecuaciones diferenciales ordinarias, de un paso y de pasos múltiples para lograr una mayor precisión en la solución. • Aplicar los métodos numéricos que den solución a modelos matemáticos que presenten rigidez. • Aplicar los métodos de solución numérica para sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

7. Solución de problemas con valor en la frontera y solución de ecuaciones diferenciales parciales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los métodos de diferencias finitas en la solución de ecuaciones diferenciales parciales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de análisis y síntesis. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los métodos que den solución a problemas con valor en la frontera. • Conocer la clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales. • Aplicar el método de diferencias finitas en su solución. • Aplicar el algoritmo de solución de Ecuaciones diferenciales parciales parabólicas.

8. Práctica(s)

- Resolver ecuaciones algebraicas por diferentes métodos numéricos.
- Solución de Sistemas de Ecuaciones Algebraicas Lineales y No Lineales aplicando los diferentes métodos.
- Resolver problemas de ingeniería por métodos numéricos.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

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

- Exámenes escritos.
- Revisar programas realizados extra clase.
- Evaluar problemas selectos en la computadora.
- Mapas

11. Fuentes de información

1. Chapras, S. C. & Canale, R. P. Numerical Methods for Engineers. Ed. McGraw–Hill.
2. Scraton, R. E. Métodos Numéricos Básicos. Ed. McGraw–Hill.
3. Luthe, Olivera & Schutz. Métodos Numéricos. Ed. Limusa
4. Conte, S. D. & de Boor, Carl. Análisis Numérico Elemental. Ed. McGraw–Hill.
5. James, Smith & Walford. Métodos Numéricos Aplicados a la Computación Digital. Representaciones y Servicios de Ingeniería Editores.
6. Burden, R. L. y Faires, D. J. Análisis Numérico. Ed. Iberoamérica.
7. Constantinides, Alkis. Applied Numerical Methods with Personal Computers. Ed. McGraw–Hill.
8. Shoichiro, Nakamura. Métodos Numéricos Aplicados con Software. Ed. Prentice–Hall.
9. Bruce, A. Fynlayson. Nonlinear Analysis in Chemical Engineering. Ed. McGraw–Hill.
10. Mathews, John, Curtis, D. Fink. Métodos Numéricos con MATLAB. Ed. Prentice–Hall.