

## Maestría en Ciencias Matemáticas

### ÁREA: CONOCIMIENTOS BÁSICOS

#### DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Identificación	
Nombre: Análisis Numérico	Área: Matemáticas Básicas
Clave: 14M23103	Tipo de curso: Obligatorio
Modalidad educativa: Presencial	Modalidad de Enseñanza Aprendizaje: Curso
Número de horas: Semestral 96	Créditos: 8
Secuencia Colaterales: Álgebra Lineal, Análisis. Posteriores: Ninguna	Requisitos de admisión: Ninguna
Fecha de elaboración/actualización: Enero 2025	Fecha de aprobación: Febrero 2025

#### 1. Justificación y Fundamentos

Con la incursión del análisis de grandes cantidades de datos (Big Data), y la inteligencia artificial a casi todas las actividades del ser humano aunado al desarrollo de la computación para la solución de problemas complejos han venido a revolucionar muchas áreas del conocimiento humano y las formas en las que se atacan los problemas. El cambio de paradigmas hace que la matemática también cambie y se adapte a estas nuevas tecnologías y necesidades, de esta forma la manera en las que clásicamente enfrentamos los problemas matemáticos debe adaptarse y evolucionar. Así, la matemática puede brindar modelos, métodos y técnicas que permitan aportar no sólo a la búsqueda de soluciones analíticas, sino a la aproximación eficiente de estas para poder hacer frente a la gran cantidad de problemas complejos a los que nos enfrentamos como sociedad. Es por esto que el Análisis Numérico toma más importancia ya que puede contribuir en la preparación necesaria de un Maestro en Matemáticas que se enfrentará al desafío de resolver problemas complejos de aplicación para los cuales las técnicas analíticas conocidas no siempre pueden ser eficientes en cuanto al tiempo de solución o su aplicación no proporciona una solución adecuada. Sin embargo, el conocer, manejar y aplicar métodos iterativos eficientes de solución a problemas complejos resalta el valor del matemático en este contexto. Así el Análisis Numérico cobra más importancia y su incursión en los programas de estudio de este posgrado está más que justificada.

#### 2. Objetivos

Contribuir a que los estudiantes analicen, justifiquen, desarrollen y apliquen diversos métodos computacionales iterativos para aproximar la solución de problemas complejos, específicamente

las áreas de álgebra, teoría de ecuaciones, ecuaciones diferenciales y álgebra lineal. Entendiendo los errores que se producen en el proceso de aproximación y la velocidad de convergencia.

Para el logro del anterior objetivo se deben propiciar los siguientes **objetivos particulares**:

- Analizará las fuentes de error en procesos computacionales iterativos y conocer las formas de medir, acotar y minimizar esos errores.
- Comparará los métodos para la solución de ecuaciones no lineales y sistemas de estos.
- Discutirá sobre la velocidad de convergencia de los diferentes métodos.
- Conocerá métodos para la aproximación de derivadas e integrales de funciones complejas.
- Conocerá los métodos más importantes para la aproximación numérica de soluciones de ecuaciones diferenciales no clásicas.

### 3. Competencias a desarrollar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	valores
<p>Fundamentos de teoría de error y cuantificación de estos.</p> <p>Métodos para el análisis de la convergencia y velocidad de convergencia de sucesiones.</p> <p>Análisis de métodos para la solución de ecuaciones no lineales y sistemas de estas.</p> <p>Aplicación de la convergencia de espacios generados para la aproximación a valores y vectores propios de una matriz.</p> <p>Fundamentos de aproximación polinomial continua y por intervalos.</p> <p>Principios de derivación e integración numérica.</p> <p>Solución numérica de ecuaciones diferenciales.</p>	<p>Conoce los tipos de error, su cuantificación y minimización en procesos iterativos.</p> <p>Compara e identifica diferentes métodos iterativos con diferentes velocidad de convergencia.</p> <p>Elabora algoritmos para solucionar problemas de de ecuaciones no lineales y sistemas de estas.</p> <p>Comprende los métodos para la construcción de polinomios interpolantes continuos o continuos a trozos.</p> <p>Aplica los métodos de derivación e integración numérica de funciones.</p> <p>Conoce los métodos de solución numérica de ecuaciones diferenciales, identificando sus bondades y restricciones.</p>	<p>Curiosidad para explorar métodos iterativos.</p> <p>Colaborar en la construcción de métodos de aproximación a la solución de problemas.</p> <p>Trabaja en equipo fomentando la colaboración equitativa.</p>

	<p>Construye programas computacionales para la implementación de técnicas iterativas.</p>	
--	---	--

#### 4. Contenidos

##### Unidad 1.

1. Solución iterativa de ecuaciones no lineales
  - 1.0 Preliminares Matemáticos.
    - 1.0.1 Repaso de análisis.
    - 1.0.2 Errores de redondeo.
    - 1.0.3 Algoritmos y convergencia.
  - 1.1. Algunos métodos de iteración explícitos.
    - 1.1.1. El método de la cuerda (primer orden)
    - 1.1.2. El método de Newton (segundo orden)
    - 1.1.3. El método de la regla falsa (orden fraccional)
  - 1.2. Iteración funcional para una ecuación; teorema del mapeo de contracción.
    - 1.2.1. Métodos de iteración de segundo y órdenes más altos.

##### Unidad 2.

2. Métodos directos para resolver sistemas de ecuaciones y valores y vectores propios
  - 2.1. Iteración funcional para un sistema de ecuaciones; teorema del mapeo de contracción.
  - 2.2. Convergencia del método de Newton.
  - 2.3. Métodos de aproximación a los valores y vectores propios de una matriz.
    - 2.3.1. El método de la potencia.
    - 2.3.2. Métodos basados en transformaciones matriciales.
    - 2.3.3. Estimación del error.

##### Unidad 3.

3. Teoría básica de aproximación polinomial (interpolación numérica y extrapolación, mínimos cuadrados)
  - 3.1. Teoría básica de aproximación de polinomios.
    - 3.1.1. Teorema de aproximación de Weierstrass y polinomios de Bernstein
  - 3.2. Construcción de funciones ortonormales.
    - 3.2.1. Polinomios de Chebyshev.
    - 3.2.2. Aproximación trigonométrica.
  - 3.3. Interpolación de Lagrange.
  - 3.4. Diferencias divididas.
  - 3.5. Interpolación de Hermite.

- 3.6. Aproximación por funciones splines.
- 3.7. Ajuste de curvas por mínimos cuadrados.

#### Unidad 4.

4. Diferenciación e integración numérica
  - 4.1. Diferenciación numérica.
    - 4.1.1. Fórmulas de diferenciación numérica.
  - 4.2. Minimización de una función.
  - 4.3. Métodos de integración numérica (Fórmulas de cuadratura).
    - 4.3.1. Método del trapecio.
    - 4.3.2. Método de Simpson.
    - 4.3.3. Método de Romberg.
    - 4.3.4. Método de Gauss-Legendre.
    - 4.3.5. Métodos estocásticos.

#### Unidad 5.

5. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias
  - 5.1. Métodos basados en la aproximación de la derivada: método Euler-Cauchy.
  - 5.2. Aproximación numérica mejorada.
  - 5.3. Métodos multipasos basados en fórmulas de cuadratura.

#### 5. Orientaciones didácticas

- Presentar al inicio del curso el objetivo de la asignatura, su relación con otras del plan de estudios, así como el temario y las actividades de aprendizaje, destacando la importancia de desarrollar métodos iterativos para la aproximación de soluciones a problemas matemáticos.
- Exposición didáctica por parte del docente
- Exposición de temas, problemas, ejercicios e investigaciones por parte de los estudiantes en el salón de clases.
- Resolución de ejercicios, problemas y demostraciones de manera individual y colectiva por parte de los estudiantes en el salón de clases.
- Realización de programas de computación que permitan la implementación de los métodos iterativos.
- Realización de evaluaciones de diagnóstico y evaluación.
- Utilización de software matemáticos como : maple, derive, matlab

#### 6. Actividades de Aprendizaje

Bajo la conducción del docente	Trabajo independiente del estudiante
Asistencia a clases presenciales o virtuales, según sea el caso.	<b>En el aula:</b> Colabora en la deducción de los métodos de manera proactiva.

Participación en las actividades en el aula presencial o virtual.	Analiza los resultados presentados y expone sus inquietudes.
Exposición de temas.	Resuelve los ejercicios propuestos en clase.
Lectura de materiales	Atiende las actividades de retroalimentación.
Construcción de algoritmos de solución iterativa.	Expone temas de la Unidad de Aprendizaje.
	<b>Fuera del aula:</b>
	Lectura de los temas con antelación a la exposición en clase.
	Realiación de tareas para casa.
	Lectura y preparación de los temas que se abordarán.
	Construcción de programas computacionales encomendados.

## 7. Evaluación

Al ser una Unidad de Aprendizaje aplicativa, se propone la evaluación a través de proyectos integradores por unidad y la exposición de temas por parte de los estudiantes.

## 8. Perfil del profesor

**Experiencia Profesional:** El docente que imparta la Unidad de Aprendizaje deberá contar con al menos el nivel de maestría en el área de Matemática, con una buena formación en Análisis Numérico, sepa programación en Python o R.

**Habilidades Pedagógicas:** El docente debe tener capacidad para comunicar sus conocimientos en forma oral y escrita, explicar conceptos complejos, incentivar el pensamiento crítico y creativo, apoyar en el diseño de actividades integradoras a través de proyectos y manejar al grupo para que se enfoque en sus tareas.

**Actitudes y Valores:** El docente debe observar y promover el respeto, la ética y la responsabilidad en el grupo, además de tener y fomentar la apertura para el conocimiento y la implementación de nuevas técnicas y métodos de aprendizaje.

## 9. Bibliografía y fuentes de consulta básica

### **Bibliografía Clásica:**

- Isaacson Eugene, Herbert Bishop Keller, Analysis of numerical methods, John Wiley Sons.
- Hildebrand F. B., Introduction to Numerical Analysis, Dover Publications; Segundo edición.
- Conte S. De Boor, C. Elementary numerical analysis: an algorithmic approach, SIAM-Society for Industrial and Applied Mathematics.

### **Bibliografía Adicional:**

- Kyle A. Novak, Numerical Methods for Scientific Computing: The Definitive Manual for Math Geeks, Second Edition, Ed. Equal Share Press, 2022.
- Hans Petter Langtangen and Kent-Andre Mardal, Introduction to Numerical Methods for Variational Problems, Springer, 2019.
- David F. F. Griffiths and Desmond J. Higham Numerical Methods for Ordinary Differential Equations: Initial Value Problems, Springer.