

Análisis numérico

ÁREA: MATEMÁTICAS

01 Presentación

Diversas son los motivos que ameritan la presencia de un curso de Análisis Numérico en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena. A continuación, destacamos algunos: Lineamientos nacionales e internacionales. Existe un consenso nacional e internacional acerca de la importancia de las matemáticas en la formación profesional de una persona, en particular en la de los ingenieros, tal como lo expresa Letelier (1990) (citado en ACOFI, s.f.): La Ingeniería tiene su fundamento científico en las ciencias naturales, particularmente en las ciencias exactas. Ellas constituyen una poderosa herramienta que contribuye a organizar lógica y eficazmente los intelectos, permite desarrollar nuevas tecnologías y hace operativas otras disciplinas, que, como la administración y la ingeniería económica, son a su vez, herramientas importantes para la ingeniería. (p. 28) De acuerdo con el grupo de trabajo de Matemáticas (MWG, Mathematics Working Group) de la Asociación Europea de Educación en Ingeniería (SEFI), las Matemáticas están en el centro de la ingeniería, y sirven tanto para la comunicación de resultados (lenguaje), como para la solución de problemas (herramienta) (Rodríguez et al., 2018). A nivel nacional, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, en sus diferentes documentos de actualización y modernización del currículo de los programas de ingeniería, establece los temas mínimos que deben tratarse en una carrera de ingeniería.

02 Competencias genéricas

4

- Abstraer, analizar y sintetizar.
- Identificar, plantear y resolver problemas.
- Trabajar en equipo y autónomamente.
- Comunicar las ideas de forma oral y escrita.

03 Competencias específicas

4

- Formular conjeturas, establecer relaciones, justificar procedimientos y construir argumentos matemáticos válidos.
- Identificar, modelar y resolver situaciones problemáticas mediante estrategias matemáticas adecuadas, evaluando la pertinencia de los resultados.
- Expresar, interpretar y argumentar ideas matemáticas utilizando lenguaje verbal, simbólico, gráfico y tabular de manera clara y precisa.

- Representar situaciones del mundo real mediante modelos matemáticos, analizarlos, interpretar los resultados y valorar sus alcances y limitaciones.

04 Niveles de desempeño

4

Insuficiente **menos del 60%**

El estudiante no alcanza los desempeños mínimos esperados. Esto se evidencia en que presenta dificultades, en la mayoría de las situaciones planteadas, para aplicar los métodos de aproximación de raíces o de solución de sistemas, y sus desarrollos resultan incompletos al estimar el error y al decidir cuándo detener el proceso iterativo, sus intervenciones se limitan a respuestas breves que no desarrollan las ideas solicitadas, presenta imprecisiones en la comunicación de ideas matemáticas, su participación en las actividades propuestas es limitada y no cumple con la mayoría de los compromisos académicos establecidos.

Básico **60% - 74%**

El estudiante alcanza los desempeños esperados. Esto se evidencia en que aplica, con un desarrollo completo en la mayoría de los casos, los métodos de bisección, punto fijo y Newton-Raphson, estima el error absoluto y relativo de una aproximación y resuelve sistemas de ecuaciones lineales mediante métodos directos e iterativos, sus intervenciones responden a lo solicitado, comunica ideas matemáticas con claridad, cumple con las actividades propuestas y es responsable con sus compromisos académicos.

Alto **75% - 84%**

El estudiante supera los desempeños esperados. Esto se evidencia en que selecciona con pertinencia el método numérico según las características del problema, construye polinomios de interpolación de Lagrange, Newton, Hermite y splines, y desarrolla de manera completa ejercicios de derivación e integración numérica y de problemas de valor inicial, interpretando los resultados en el contexto de la situación, sus intervenciones amplían o enriquecen la discusión, comunica ideas matemáticas con precisión y fluidez, participa de manera activa y propositiva en las actividades del curso, y cumple sus compromisos académicos con autonomía.

Avanzado **85% - 100%**

El estudiante supera ampliamente los desempeños esperados. Esto se evidencia en que modela problemas de ciencia e ingeniería mediante esquemas numéricos, analiza la convergencia, la estabilidad y la propagación del error de los métodos empleados y valida sus soluciones mediante enfoques originales, como implementar el algoritmo en un asistente computacional o contrastar métodos de distinto orden, sus intervenciones proponen ideas o preguntas que amplían los temas trabajados, comunica ideas matemáticas con rigor, demuestra liderazgo y colaboración en las actividades del curso, y toma la iniciativa para ir más allá de los compromisos académicos establecidos.

05 Aprendizajes esperados del curso

3

Aplica métodos numéricos para aproximar la solución de ecuaciones no lineales y sistemas de ecuaciones producto de problemas de ciencia e ingeniería.. Construye polinomios de aproximación de modelos matemáticos o tablas de observación y los usa en procesos de derivación e integración numérica. Aplica las formulas recursivas de aproximación de EDO para resolver numéricamente problemas de valor inicial.

RAMN1 Aplica métodos numéricos para la solución de ecuaciones no lineales y sistemas no lineales, evaluando la precisión, convergencia y propagación del error en contextos computacionales.

DESCRIPTORES · 3

- ICMN1** Calcula el error absoluto, relativo y de truncamiento de una aproximación numérica y evalúa la propagación del error en operaciones aritméticas computacionales.
- ICMN2** Aplica los métodos de bisección, punto fijo, Newton-Raphson, regla falsa y secante para resolver ecuaciones no lineales, verificando su convergencia y precisión.
- ICMN3** Resuelve sistemas de ecuaciones no lineales de varias variables mediante métodos numéricos y verifica la convergencia del proceso iterativo.

RAMN2 Construye y aplica modelos de interpolación polinomial y métodos numéricos para la solución de sistemas de ecuaciones lineales, evaluando el error y la convergencia de las aproximaciones.

DESCRIPTORES · 5

- ICMN4** Aproxima funciones mediante polinomios de Taylor y estima el error de truncamiento asociado.
- ICMN5** Construye polinomios interpoladores de Lagrange para un conjunto de datos y verifica la exactitud de la interpolación.
- ICMN6** Determina el polinomio interpolador de Newton y evalúa su eficiencia frente a otros métodos de interpolación.
- ICMN7** Aplica interpolación de Hermite y Splines para aproximar funciones y compara la suavidad y precisión de los resultados.
- ICMN8** Resuelve sistemas de ecuaciones lineales mediante métodos directos e iterativos y verifica el criterio de convergencia del método utilizado.

RAMN3 Aplica métodos de integración numérica y de solución de ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial, analizando la estabilidad, precisión y error de las aproximaciones.

DESCRIPTORES · 4

- ICMN10** Resuelve problemas de valor inicial utilizando el método de Euler y analiza el error local y global.

-
- ICMN11** Aplica los métodos de Heun y de la serie de Taylor para resolver EDO y compara su precisión con el método de Euler.
-
- ICMN12** Implementa métodos de Runge-Kutta para resolver problemas de valor inicial y evalúa su estabilidad y precisión en aplicaciones concretas.
-
- ICMN9** Calcula derivadas e integrales definidas mediante métodos numéricos compuestos y estima el error de aproximación.
-

06 Unidades temáticas

3

1 Teoría del Error y Solución de Ecuaciones No-Lineales

Error absoluto, error relativo y error de truncamiento. Propagación de errores y Aritmética Computacional. Método de bisección Método de punto fijo método de Newton-Raphson. método de la regla falsa y método de la secante. Solución de Sistemas de Ecuaciones para varias variables.

2 Interpolación Polinomial y Solución de Sistemas de Ecuaciones Lineales

Aproximaciones usando polinomios de Taylor. Interpoladores de Lagrange. Aproximaciones usando polinomios interpoladores de Newton. Interpolación de Hemite y Splines Métodos Directos: Factorización de matrices. Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel, Método de SOR y criterio de convergencia

3 Integración Numérica y Soluciones de EDO con valor Inicial

Derivación numérica e integración numérica. Integración compuesta. Problemas de valor inicial y método de Euler. Método de Heum y método de la serie de Taylor. Métodos de Runge-Kutta y aplicaciones.

07 Orientaciones pedagógicas

El Departamento de Matemáticas y Estadística concibe la enseñanza como un proceso orientado al desarrollo del pensamiento matemático y estadístico, mediante experiencias de aprendizaje que promuevan la comprensión conceptual, el razonamiento, la resolución de problemas, la modelación, la interpretación de información y la comunicación rigurosa de ideas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje trasciende la adquisición de contenidos y procedimientos, favoreciendo el desarrollo de capacidades que permitan a los estudiantes enfrentar con fundamento situaciones propias de su formación académica, profesional y ciudadana.

PRINCIPIOS ORIENTADORES

El presente marco establece los principios que orientan el diseño, desarrollo y evaluación de los cursos ofrecidos por el Departamento de Matemáticas y Estadística. Su finalidad es fortalecer la coherencia curricular, promover una cultura de calidad académica y ofrecer referentes compartidos para la práctica docente, respetando la autonomía profesoral y la diversidad de estrategias metodológicas propias de la educación superior.

Estos principios se sustentan en referentes nacionales e internacionales sobre la enseñanza de las matemáticas y la estadística, el diseño curricular basado en resultados de aprendizaje y el aseguramiento de la calidad en educación superior (Biggs & Tang, 2011; GAISE College Report ASA Revision Committee, 2021; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014; National Research Council, 2001; OECD, 2023).

1. **La enseñanza promueve el desarrollo de capacidades para comprender, razonar, representar, argumentar, modelar e interpretar situaciones desde perspectivas matemáticas y estadísticas. En consecuencia, los contenidos disciplinares constituyen un medio para desarrollar formas de pensamiento que permitan a los estudiantes comprender la realidad, enfrentar problemas complejos y transferir el conocimiento a diferentes contextos profesionales y sociales.**

En ese sentido, la enseñanza debe orientarse al desarrollo progresivo de conocimientos, habilidades y actitudes que permitan al estudiante comprender, modelar, analizar y resolver situaciones propias de su contexto académico y profesional. Los contenidos constituyen un medio para alcanzar los resultados de aprendizaje y no un fin en sí mismos.

2. **El diseño de los cursos parte de resultados de aprendizaje claramente definidos que orientan las experiencias de enseñanza, las actividades de aprendizaje y los procesos de evaluación. Esta articulación favorece la coherencia curricular, proporciona claridad sobre las expectativas formativas y garantiza que las evidencias de aprendizaje reflejen los desempeños esperados al finalizar el proceso educativo.**

En consecuencia, toda actividad de enseñanza, aprendizaje y evaluación debe responder explícitamente a los resultados de aprendizaje definidos para el curso. La planeación de clases, las actividades propuestas y los instrumentos de evaluación deben mantener una alineación constructiva entre resultados, estrategias didácticas y evidencias de aprendizaje.

3. **El Departamento promueve experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes utilizar los conocimientos matemáticos y estadísticos para analizar, representar e interpretar situaciones provenientes de diferentes disciplinas y contextos. La resolución de problemas, la modelación matemática y el análisis de datos favorecen la integración de conceptos, el desarrollo del razonamiento y la construcción de explicaciones fundamentadas, fortaleciendo la capacidad para comprender fenómenos y apoyar la toma de decisiones.**

Por lo tanto, la resolución de problemas constituye el principal contexto para la construcción y aplicación del conocimiento matemático y estadístico. Los estudiantes deben enfrentarse a situaciones que demanden interpretar, representar, modelar, argumentar, validar soluciones y comunicar resultados, favoreciendo el desarrollo del pensamiento matemático.

4. **El aprendizaje adquiere significado cuando los estudiantes comprenden las ideas fundamentales de la disciplina, establecen relaciones entre diferentes representaciones, justifican sus procedimientos y comunican sus conclusiones con precisión y rigor.**

En consecuencia, la enseñanza debe promover la comprensión de conceptos, propiedades y relaciones matemáticas antes de enfatizar la aplicación mecánica de algoritmos o procedimientos. Se favorecerá el establecimiento de conexiones entre diferentes representaciones, ideas y contextos. En ese sentido, los contenidos deben relacionarse, cuando sea pertinente, con problemas propios de las disciplinas profesionales de los estudiantes, favoreciendo la transferencia del conocimiento matemático y estadístico hacia contextos reales, científicos, tecnológicos y sociales.

5. **La práctica docente reconoce la diversidad de trayectorias de aprendizaje de los estudiantes y propicia ambientes académicos caracterizados por el respeto, la participación, la colaboración y el compromiso con el aprendizaje.**

Por lo tanto, la evaluación debe concebirse como un proceso continuo de retroalimentación que permita identificar avances, dificultades y oportunidades de mejora. Se promoverá la utilización de estrategias diagnósticas, formativas y sumativas coherentes con los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación establecidos.

Asimismo, la incorporación de recursos tecnológicos debe fortalecer la comprensión conceptual, la experimentación, la visualización, la modelación, el análisis de datos y la resolución de problemas, evitando que las herramientas tecnológicas sustituyan el razonamiento matemático.

CONSIDERACIONES FINALES

Los principios establecidos en este documento constituyen un marco institucional para orientar el desarrollo de los cursos del Departamento de Matemáticas y Estadística. Su propósito no es definir metodologías únicas de enseñanza ni limitar la autonomía profesoral, sino ofrecer referentes compartidos que contribuyan a la calidad académica, la coherencia curricular y el logro de los resultados de aprendizaje.

08 Bibliografía

5

- Burden, R. L., & Faires, J. D. Análisis numérico. Cengage Learning.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. Métodos numéricos para ingenieros. McGraw-Hill.
- Nieves, A., & Domínguez, F. C. Métodos numéricos aplicados a la ingeniería. Grupo Editorial Patria.
- Mathews, J. H., & Fink, K. D. Métodos numéricos con MATLAB. Prentice Hall.
- Gerald, C. F., & Wheatley, P. O. Análisis numérico con aplicaciones. Pearson Educación.