

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Económicas

Departamento de Matemática

Asignatura: **ANALISIS NUMERICO**

Código: **752**

Plan Vigente (*)

Cátedra: Prof. **GARCIA FRONTI, Javier Ignacio**

Carrera: (*) Actuario (RCS N.º 1824/24)

Aprobado por Res. Consejo Directivo (FCE)

Nro.: 3541

En caso de contradicción entre las normas previstas en la publicación y las dictadas con carácter general por la Universidad o por la Facultad, prevalecerán éstas últimas.

1) ENCUADRE GENERAL

a) **Contenidos mínimos**

Teoría de errores. Números complejos. Diferencias finitas. Simples y divididas. Interpolación. Sumación. Diferenciación numérica. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones. Ajustamiento. Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma.

b) **Razones que justifican la inclusión de la asignatura dentro del plan de estudios. Su importancia en la formación profesional**

La formación del actuario articula conocimientos económicos, administrativos, contables, jurídicos, matemáticos y estadísticos, para analizar los problemas del seguro, los programas de previsión social, de las finanzas y de la gestión del riesgo en general, desarrollando modelos actuariales idóneos para su tratamiento en contextos de riesgos e incertidumbre.

Para ello es fundamental que el alumno cuente con una sólida formación matemática y esta materia es parte de ella. Esta asignatura comprende las bases matemáticas para la utilización de técnicas numéricas aplicables a los distintos problemas actuariales, atendiéndose así a una formación matemática y computacional en el marco de los Contenidos Curriculares y Objetivos de Aprendizaje actualmente vigentes de la Asociación Actuarial Internacional.

c) **Ubicación de la asignatura en el currículum y requisitos para su estudio.**

Esta asignatura está ubicada en el Ciclo Profesional de la carrera de actuario y tiene como requisito formal la materia Matemática Aplicada II, lo que implica que el alumno ha aprobado también Álgebra, Análisis Matemático I y Matemática Aplicada I.

d) **Objetivos del aprendizaje (Misión de la asignatura)**

Que el alumno integre los conocimientos adquiridos en el ciclo matemático y los articule con nuevos conceptos de resolución numérica, de forma de abordar problemas actuariales específicos e interpretar teoría actuarial formulada en lenguaje matemático.

Que el alumno comprenda los diferentes métodos numéricos disponibles y desarrolle la capacidad de elegir el apropiado para cada problema, obteniendo resultados en función del nivel dado de aproximación prefijado.

2) PROGRAMA ANALITICO

UNIDAD TEMATICA Nro. 1: Teoría de error y aritmética de números complejos

Objetivos del aprendizaje: Desarrollar capacidades para la cuantificación de cotas de errores absolutos y relativos con métodos de aproximación. Poder realizar operaciones aritméticas con números complejos.

Temas a desarrollar

Estimación y fuentes de error. Error absoluto y relativo. Redondeo y truncamiento. Propagación de errores. Sistemas numéricos de representación en punto fijo y punto flotante. Cotas prácticas. Operaciones con números aproximados. Máxima precisión. Resultados con cotas de error preestablecido. Estrategias prácticas para minimizar los errores. Errores de redondeo y aritmética computacional. Algoritmos y convergencia.

Definición de número complejo. Suma y producto. La representación geométrica. La forma polar. Potencias y raíces.

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

UNIDAD TEMATICA Nro. 2: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones

Objetivos del aprendizaje: Lograr habilidades para la resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales.

Temas a desarrollar

Resolución numérica de ecuaciones algebraicas y trascendentes. Métodos de iteración. Bisección, Punto Fijo, Falsa posición, Newton-Raphson y partes proporcionales (secante). Procedimientos de aceleración de la convergencia. Determinación de las raíces de ecuaciones algebraicas. Métodos de Graeffe y Bairstow.

Resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales. Métodos iterativos. Métodos de Newton-Raphson y Newton modificado. Factorización LU.

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

UNIDAD TEMATICA Nro. 3: Diferencias finitas. Simples y divididas.

Objetivos del aprendizaje: Lograr habilidades para la utilización de las metodologías de diferencias finitas y divididas de acuerdo con los datos numéricos disponibles.

Temas a desarrollar

Diferencias finitas. Definiciones. Propiedades. Tabla de diferencias. Símbolos de los operadores. Diferencias de funciones usuales. Expresiones factoriales. Diferencias de las mismas. Números de Stirling de primera y de segunda especie. Suma de una función. Sumas reiteradas.

Diferencias divididas. Definiciones. Propiedades. Tabla de diferencias. Desarrollo de funciones en factoriales Transformación de desarrollos potenciales en factoriales y viceversa. Relación entre las diferencias divididas y las simples, y entre aquellas y las derivadas. Diferencias divididas con argumentos repetidos. Transformación de desarrollos potenciales en factoriales y viceversa. Números de Stirling.

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

UNIDAD TEMATICA Nro. 4: Sumación

Objetivos del aprendizaje: Lograr habilidades para la utilización de las metodologías de diferencias finitas y divididas de acuerdo con los datos numéricos disponibles. Comprender e incorporar métodos de sumación para ser utilizados en el campo actuarial.

Temas a desarrollar

Sumación. Operador de Antidiferencia. Suma indefinida. Suma definida. Interpretación de la suma definida. Suma por partes. Aplicaciones. Números de Bernoulli. Fórmula de sumación de Euler. Fórmulas de Woolhouse y Lubbock

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

UNIDAD TEMATICA Nro. 5: Interpolación y ajustamiento

Objetivos del aprendizaje: Interpretar los distintos métodos de interpolación y ajustamiento aplicables a problemas actuariales de conformidad con los datos numéricos disponibles.

Temas a desarrollar

Interpolación. Objeto y fundamento. Aproximación de funciones mediante polinomios. Fórmulas de Newton y Lagrange. Término complementario. Interpolación reiterada de Aitken y de Neville. Interpolación cúbica por partes. Splines cúbicos naturales y sujetos. Ajustamiento. Concepto. Ajustamiento mediante polinomios y otras funciones. Método de los cuadrados mínimos. Método de los momentos. Método mecánico de Whittaker-Henderson.

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

UNIDAD TEMATICA Nro. 6: Derivación e integración numérica

Objetivos del aprendizaje: Comprender los métodos de derivación e integración numérica para ser utilizados en el campo actuarial.

Temas a desarrollar

Derivación numérica. Fórmulas de diferencias progresivas y regresivas. Fórmula general de $n + 1$ puntos. Fórmulas de 3 puntos y centrada de 5 puntos. Método de Aitken. Método de los Operadores. Errores de redondeo y truncamiento en la derivación numérica. Extrapolación de Richardson.

Integración numérica. Métodos adaptativos de cuadratura. Fórmulas de Newton Cotes. Fórmulas del Trapecio y Simpson. Regla compuesta del trapecio y de Simpson. Fórmula de Laplace. Fórmula de Euler. Integración de Romberg. Análisis del error. Simulación numérica: Definición y Métodos.

Resolución numérica de ecuaciones diferenciales. Métodos de Euler y Runge-Kutta. Análisis de error y estabilidad.

Aplicaciones a la resolución de modelos relacionados al Campo Actuarial utilizando programación en un lenguaje multiparadigma (Python, R).

3) BIBLIOGRAFIA

a) BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Arzumanian, R. P. (2003). *Temas de Análisis Numérico* (2ª ed.). Buenos Aires: FAMS.

Barral Souto, J. (1994). *Cálculo de Diferencias Finitas. Diferencias Divididas. Interpolación* (Fascículo 1). Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas (UBA).

Burden, R., & Faires, J. D. (2017). *Análisis numérico* (10ª ed.). México: Cengage Learning Editores.

Casparri, M., García-Fronti, J., & Krimker, G. (2022). *Notas de Análisis Numérico*. Buenos Aires: FCE UBA.

b) BIBLIOGRAFIA AMPLIATORIA

Barral Souto, J. (1955). Interpolación. Derivación. Integración numérica. Resolución de ecuaciones en diferencias finitas. Ajustamiento (3.ª reimp., Fascículo 3). Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas.

Barral Souto, J. (1957). Interpelación con dos o más variables. Construcción de Tablas. Fórmulas de sumar de Euler-Maclaurin (4.ª reimp., Fascículo 2). Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas (UBA).

Charpentier, A. (Ed.). (2014). *Computational actuarial science with R*. CRC Press.

Demidovich, B. P., & Maron, I. A. (1977). *Cálculo numérico fundamental*. Paraninfo.

Freeman, H. (1951). *Matemática para actuarios*. Aguilar.

Froberg, C. E. (1997). *Introducción al análisis numérico*. Vicent Vives.

Hammerlin, G., & Hoffmann, K. H. (1991). *Numerical mathematics*. Springer-Verlag.

Hildebrand, F. V. (1956). *Introduction to numerical analysis*. McGraw-Hill.

Jordan, C. (1965). Calculus of finite differences. Chelsea Publishing Co.

Kincaid, D., & Cheney, W. (1994). Análisis numérico. Las matemáticas del cálculo científico. Addison Wesley Iberoamericana.

Klugman, S. A., Panjer, H. H., & Willmot, G. E. (2012). Loss models: From data to decisions (4th ed.). John Wiley & Sons.

León, L. (1983). Traitement d'algorithmes par ordinateur (Vols. I & II). Cepadeus Editions.

Maron, M. I. (1987). Numerical analysis. Macmillan Publishing Co.

Mathews, J. H., & Fink, K. D. (2000). Métodos numéricos con MATLAB (3.ª ed.). Prentice Hall.

Powell, M. J. D. (1981). Approximation theory and methods. Cambridge University Press.

Sadosky, M. (1956). Cálculo numérico y gráfico. Librería del Colegio.

Scheid, F. (1972). Teoría y problemas de análisis numérico. McGraw-Hill.

Stoer, J., & Bulirsch, R. (1983). Introduction to numerical analysis. Springer-Verlag.

Vandergraft, J. S. (1983). Introduction to numerical computations. Academic Press.

Whittaker, E., & Robinson, G. (1965). Calculus of observations. Blackie & Son Ltd.

4) MÉTODOS DE CONDUCCIÓN DEL APRENDIZAJE

a) Objetivos generales a cumplir en los cursos de promoción

A través de la cursada y de la relación permanente del alumno con los docentes se pretende la sistematización del esfuerzo de modo que lo habilite para incrementar sus conocimientos, promoviendo el espíritu de indagación permanente, a partir del conocimiento del contenido de la asignatura.

b) Metodología del proceso enseñanza-aprendizaje

La enseñanza centrada en el alumno tendrá como base de desarrollo el aprendizaje, con la guía de los docentes. El aprendizaje es un proceso de construcción activo donde se procura que el alumno sepa comprender la teoría de forma de analizar modelos económico-financieros, generando habilidades que le permitan resolver problemas que plantea la realidad. El planteo didáctico propuesto es una conjunción entre teoría y práctica, en la que ambas se van constituyendo en un movimiento permanente de retroalimentación. Para ello y desde el primer día de clase, se les

propone a los alumnos estudiar sistemáticamente los distintos puntos enunciados en el programa de la asignatura.

El rol del profesor es ubicarlos en la bibliografía cuya lectura se recomienda y esclarecer puntos dudosos, promoviendo de esta forma la discusión y el intercambio de ideas, desarrollando capacidades que lo ayuden a ser eficaz, responsable y crítico, en un mundo de cambios rápidos como en el que vivimos. Sería deseable que el alumno lea la bibliografía (obligatoria al menos) indicada con anterioridad al tratamiento en clase del tema, para poder así aprovechar mejor la exposición del profesor y estar en condiciones de participar activamente en la clase (a través de preguntas directas o del debate).

c) Dinámica del dictado de las clases

En las clases primeramente se buscará que el alumno comprenda el desarrollo de los aspectos conceptuales de la asignatura, habilitando y orientando a la lectura previa de la bibliografía, generando un marco de comunicación y participación de los alumnos. Luego, a la hora de introducir los trabajos prácticos, se seguirá utilizando el método interrogatorio-guía, se tendrá como objetivo el refuerzo y la consolidación de los conceptos aprendidos mediante su aplicación, análisis y discusión en múltiples situaciones. Por último, a los fines de articular con la profesión, se desarrollarán las capacidades de los alumnos en el campo de la computación mediante la elaboración de programas correspondientes a diversos métodos numéricos.

5) METODOS DE EVALUACION

a) Cursos presenciales y semipresenciales (cursos virtuales y a distancia)

Los alumnos serán evaluados, como mínimo, con dos exámenes escritos –en días y horarios de clase- (Resolución CD 386/2006) que contemplarán aspectos teóricos y prácticos de la asignatura. Se destaca que solo serán examinados los alumnos regulares e inscriptos en cada curso.

Cada parcial se dividirá en dos partes: práctica y otra teórica, y ambas deben resultar aprobadas, con nota igual o superior a 4 (cuatro) puntos. Si una parte se calificara con nota inferior a 4 (cuatro) puntos el parcial completo merecerá como calificación dicha nota. De acuerdo con la normativa vigente, el alumno podrá recuperar un parcial cuya nota haya sido inferior a 4 (cuatro) puntos o en caso de ausencia. La instancia de recuperatorio también podrá ser utilizada para aquellos casos que tengan calificaciones iguales o superiores a 4 (cuatro) y menores a 7 (siete) y deseen elevar la nota para alcanzar la promoción.

La calificación obtenida en el examen recuperatorio reemplazará a la nota del parcial que se recupera.

Los alumnos que de acuerdo con la Resolución CD 455/2006:

1. hubieran aprobado todas las instancias de evaluación (nota parcial 4 o más puntos) y la nota final fuere siete (7) puntos o más de promedio, serán promovidos automáticamente y su calificación será el promedio resultante de ellas. Cabe agregar que debe entenderse que las evaluaciones individuales serán aquellas que respondan a los exámenes parciales en forma directa o luego de haber aprobado la única prueba recuperatoria a que tienen derecho.

2. hubieran aprobado todas las instancias de evaluación (nota parcial 4 o más puntos) y la nota final fuere cuatro (4) puntos o más puntos de promedio, pero inferiores a siete (7)

serán considerados “regulares” a los fines de rendir un examen final de la asignatura, cabe destacar al igual que en el punto anterior sean ellas obtenidas en forma directa o luego de haber aprobado la única prueba recuperatoria a que tienen derecho,

3. que hubieran obtenido, luego de todas las instancias de evaluación, notas finales inferiores a cuatro (4) puntos de promedio se les asignará la nota “insuficiente”.

Dado que solamente serán calificados los alumnos inscriptos en la lista del curso respectivo, que brinda la Facultad, aquellos alumnos que hayan asistido a las clases en carácter de oyentes o voluntarios no podrán presentarse a rendir los exámenes parciales respectivos, por cuanto la Facultad no labrará acta alguna en tales condiciones ni se admitirán cambios de curso o la rendición de exámenes parciales en otros cursos.

b) Régimen de exámenes finales, intensivos, magistrales y libres

El examen final integrador comprenderá temas teóricos y prácticos de la asignatura, debiendo el alumno aprobar ambos temarios, para que su calificación resulte promediada, con un puntaje que alcance por lo menos un 60% de los contenidos. Por consiguiente, los alumnos que obtengan una calificación inferior a 4 (cuatro) puntos serán considerados insuficientes y aquellos con una calificación igual o superior a 4 (cuatro) aprobarán la asignatura con dicha nota (Resolución CD 406/2006).

En el caso de cursos intensivos la evaluación se realizará con una nota final para cada alumno inscripto, que surgirá de un único examen final, el promedio de dos exámenes, la combinación de seguimiento de lectura y trabajos prácticos con exámenes parciales

Las calificaciones deberán ser informadas a los alumnos dentro de los 15 días corridos siguientes a la fecha del examen final. En caso de no existir aula disponible, el acto de lectura y entrega de notas se realizará en Sala de Profesores (Resolución CD 374/2006)

c) Criterio de confección del promedio de notas finales

En los casos en que fuere necesario expresar en número entero el promedio de notas parciales o de estas y el examen parcial, se aplicará el número entero superior si la fracción fuere de 0.50 puntos o más y el número entero inferior si fuere de 0.49 o menos. Cuando la nota fuese de 3.01 a 3.99 se calificará con 3 (tres) puntos. (Resolución CS 4994/93)