



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Económicas

Departamento de Matemática

Asignatura: ANALISIS NUMERICO

Código: 752

Plan "1997"

Cátedra: Profesor Titular. Javier GARCIA FRONTI

Carrera: Actuario.

Aprobado por Res. Cons. Directivo

(F.C.E.)

Nro. : 3721/17

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.

Análisis Numérico

Departamento de Matemática

Carrera de Actuario

Cátedra: Javier I. García Fronti

A. ENCUADRE GENERAL

1.1 Contenidos mínimos

Teoría de errores. Diferencias finitas. Diferencias simples y divididas. Interpolación. Sumación. Derivación numérica. Resolución numérica de sistemas de ecuaciones. Ajustamiento. Aplicaciones en el campo actuarial.

1.2. Razones que justifican la inclusión de la asignatura dentro del plan de estudio. 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, atendiendo 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.

1.3. 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 para economistas (código 288), lo que implica que el alumno ha aprobado también Álgebra, Análisis Matemático I y II.

1.4. 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.

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: Ejemplos de errores de redondeo y aritmética computacional en "R". Aritmética compleja en Python.

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

Objetivos del aprendizaje: Lograr habilidades para la resolución numérica de sistemas de ecuaciones.

Temas a desarrollar

Resolución numérica de ecuaciones algebraicas y trascendentes. Métodos de iteración. Newton-Raphson y partes proporcionales. Procedimientos de aceleración de la convergencia. Determinación de las raíces de ecuaciones algebraicas. Métodos de Graeffe y Bairstow.

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

Aplicaciones: Emisión de un Bono corporativo y cálculo de la tasa interna de retorno (Implementación en VBA). Resolución numérica de sistemas de ecuaciones utilizando "R".

UNIDAD TEMATICA Nro. 3: Diferencias finitas, divididas y 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

Diferencias finitas. Definiciones. Propiedades. Tabla de diferencias. Símbolos de los operadores. Diferencias de funciones usuales. Expresiones factoriales. Diferencias de las mismas. 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.

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. Fórmula de Laplace. Fórmulas de Woolhouse y Lubbock

Aplicaciones: Implementación de problemas de marchas progresivas y de interés por plazos fraccionarios en "R". Implementación de la fórmula de Woolhouse en "R". Factores de actualización y capitalización financieros. Sistemas de amortización.

UNIDAD TEMATICA Nro. 4: 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. Simulación numérica: Definición y Métodos.

Aplicaciones: Interpolación por splines cúbicos utilizando Python. Suavización de series de tiempo financieras implementando el método de Whittaker-Henderson en "R". Evolución de una población.

UNIDAD TEMATICA Nro. 5: 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. Extraprolación de Richardson.

Integración numérica. Métodos adaptativos de cuadratura. Fórmulas de Newton Cotes. Fórmulas del Trapecio y Simpson. Regla compuesta del trapecio y de Simpson. Integración de Romberg. Análisis del error.

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

Aplicaciones: Análisis de sensibilidad de funciones económico-financieras. Estimación numérica de los momentos de funciones estadísticas. Cálculo de tasas instantáneas. Cálculo numérico del valor esperado. Implementación de Runge-Kutta de orden 4 en "R".

UNIDAD TEMÁTICA Nro. 6: Introducción a la minería de datos y al aprendizaje automático

Objetivos del aprendizaje: Introducir el concepto de minería de datos. Describir y explicar el concepto de aprendizaje automático desde una perspectiva actuarial. Plantear algoritmos de solución simples. Resolver computacionalmente problemas económico-financieros mediante aprendizaje automático.

Temas a desarrollar

Fuentes de datos: estructuradas y no estructuradas. Introducción al análisis de datos. Concepto de aprendizaje automático (*Machine learning*). Relación complementaria y articulada con la estadística. El proceso de aprendizaje automático. Ingreso de datos: Conceptos, instancias y atributos. Resultado: La representación del conocimiento. Análisis predictivo: Regresión, clasificación y agrupamiento.

Aplicaciones: Implementación en diferentes arquitecturas de aprendizaje automático de problemas de análisis predictivo, entendiendo la integración con módulos desarrollados en "R" y en Python.

3. BIBLIOGRAFIA

3.1. BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- ARZOUMANIAN, R. P. "Temas de Análisis Numérico" 2da edición, Buenos Aires: FAMS, 2003.
- BARRAL SOUTO, J. "Cálculo de Diferencias Finitas. Diferencias Divididas. Interpolación." Fascículo 1, Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas (UBA), 1994.
- BURDEN, R. Y FAIRES, J. D. "Análisis numérico". Novena Edición, México: Cengage Learning Editores, 2011.
- CASPARRI, M., GARCÍA-FRONTI, J. & KRIMKER, G. "Notas de Análisis Numérico con aplicación al Cálculo Actuarial", Buenos Aires: Omicron Editorial, 2008.
- CHARPENTIER, A. "Computational Actuarial Science with R". Chapman and Hall/CRC, 2014.
- RASCHKA, S. "Python machine learning". Packt Publishing Ltd, 2015.
- WITTEN, I. H., & FRANK, E. "Data Mining: Practical machine learning tools and techniques". Morgan Kaufmann. 2011.

3.2. BIBLIOGRAFÍA AMPLIATORIA

- BARRAL SOUTO, J "Interpolación. Derivación. Integración numérica. Resolución de ecuaciones en diferencias finitas. Ajustamiento". Fascículo 3.3ra reimpresión mimeografía. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas, 1955.
- BARRAL SOUTO, J. "Interpelación con dos o más variables. Construcción de Tablas. Fórmulas de sumar de Euler-Maclaurin". Fascículo 2. 4ta reimpresión mimeográfica Buenos Aires: Facultad de ciencias Económicas (UBA), 1957.
- CHARPENTIER, ARTHUR, ED. "Computational Actuarial Science with R". New York: CRC Press, 2014.
- DEMIDOVICH, D. P. y MARON, I. A. "Calculo numérico fundamental". Madrid: Paraninfo, 1977.
- FREEMAN, H. "Matemática para actuarios". Madrid: Aguilar, 1951.
- FROBERG, C. E. "Introducción al Análisis Numérico". Barcelona: Vicent Vives, 1997.
- HAMMERLIN, G, Y HOFFMAN, K.H. "Numerical Mathematics". Nueva York: Springer-Verlag, 1991.
- HILDEBRAND, F. V "Introduction to Numerical analysis". Nueva York: Mcgraw Hill, 1956.
- JORDAN, C. "Calculus of finite differences". Nueva York: Chelsea Publishing Co., 1965.
- KINCAID, D. y CHENEY, W. "Análisis numérico. Las matemáticas del cálculo científico". Delavare: Addison Wesley Iberoamericana, 1994.
- KLUGMAN, S.A.; PANJER, H.H. & WILLMOT, G.E. "Loss Models: From Data to Decisions." Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons, 2012.
- LEON, L. "Traitement d'Algorithmes par ordinateur", Tomos I y II. Toulouse: Cepadeus Editions, 1983.
- MARON, M I. "Numerical analysis". Nueva York: MacMillan Publishing CO, 1987.
- MATHEWS, J. H. Y FINK, K. D. "Métodos Numéricos con MATHLAB", 3era edición. New York: Prentice Hall, 2000.
- POWELL, M. J. D. "Approximation theory and methods". Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- SADOSKY, M "Cálculo numérico y gráfico". Buenos Aires: Librería del Colegio, 1956.
- SCHEID, F. "Teoría y problemas de análisis numérico". México: McGrawhill, 1972.
- STOER, J. y BULRISCH, R.: "Introduction to numerical analysis". Nueva York: Springer-Verlag, 1983.
- VANDERGRAFT, IS.: "Introduction to Numerical Computations". Nueva York: Academia Press, 1983.
- WHITTAKER, E. Y ROBINSON, G.: "Calculus of Observations", Londres: Blackis and Son Ltd., 1965.

4. METODOLOGÍA DE CONDUCCION DEL APRENDIZAJE

Las clases son teórico-prácticas, estimulando el trabajo grupal para la interpretación teórica y para la ejercitación práctica. Eventualmente se solicita la presentación de trabajos de alguna aplicación específica.

En el desarrollo del curso se hará conocer a los alumnos, mediante un planteo motivador la importancia de las cuestiones a tratar, los objetivos específicos que se procurará alcanzar y el marco de referencia que facilitará la comprensión de lo que se exponga. Se explicará el fundamento conceptual del tema que se desarrollará, conforme con la formación matemática del estudiante. Dicha explicación irá acompañada de un continuo interrogatorio-guía para estimular al alumno a ejercitar sus funciones mentales superiores y orientarlo hacia el descubrimiento de

los conceptos o ideas matemáticas. En la presentación de ejemplos se propondrá interrogantes que signifiquen desafíos para el alumno, se incentivará la discusión de supuestos, la interpretación de los casos analizados y se mostrarán sus múltiples aplicaciones.

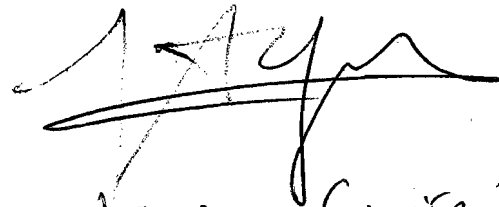
En las clases primeramente se buscará que el alumno comprenda el desarrollo de los aspectos conceptuales de la asignatura, habilitando y orientando a la lectura previa de la bibliografía, generando un marco de comunicación y participación activa de los alumnos. Luego, a la hora de introducir los trabajos 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. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La metodología de evaluación de este programa está sujeta a las resoluciones vigentes del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Económicas y del Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires al respecto.

En los cursos presenciales cuatrimestrales los alumnos deberán rendir DOS o TRES parciales teórico-prácticos según defina el profesor a cargo del curso, cuyas fechas se fijan a principios del curso, de los cuales se puede recuperar sólo uno. La evaluación debe verificar la asimilación de los conceptos por parte del alumno y su capacidad para aplicar lo aprendido a la resolución de problemas. Los resultados de la evaluación permitirán al profesor y a los alumnos regular el proceso de enseñanza - aprendizaje mediante una adecuada retroalimentación.

Los alumnos que se presenten "como libres", deberán responder a un examen integral sobre los contenidos de la asignatura, en forma teórica y en forma práctica respondiendo a las preguntas en forma escrita, salvo que el profesor solicite expresamente una prueba oral.



Javier García Fronti
Facultad de Ciencias Económicas