UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

EXP-UNR: Nº 17222/2021.

Rosario, 05 de octubre de 2021

VISTO: La propuesta de programa, objetivos y sistema de evaluación de la asignatura "Métodos Numéricos" de la carrera de Licenciatura en Estadística, elevada por la Dirección de la Escuela de Estadística y de la Secretaría Académica, según Nota Sec. Ac. Nº 185/21.

Atento a que el proyecto presentado se adecua al plan de estudios aprobado por Resolución C.S. nº 589/2019 de fecha 19-12-2019, y a lo establecido en las pautas aprobadas según Resolución nº 27554-C.D.

Teniendo en cuenta el despacho de la Comisión de Enseñanza.

CONSIDERANDO: Lo establecido en el artículo 23º, inciso b) del Estatuto de la Universidad.

POR ELLO,

EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ESTADISTICA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
RESUELVE:

ARTICULO 1º - Aprobar el programa, objetivos y sistema de evaluación de la asignatura **"MÉTODOS NUMÉRICOS"** de la carrera de Licenciatura en Estadística (Resolución C.S. Nº 589/2019), y que como Anexo Único forma parte de la presente Resolución.

ARTICULO 2º - Comuníquese, cópiese y archívese.

RESOLUCIÓN Nº 30504-C.D.

LIC. ADRIANA P. RACCA
Decana
Pte. Consejo Directivo

JUAN JOSE MESON
Director General de Administración

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Económicas y Estadística

Carrera: Licenciatura en Estadística
(Resolución C.S. Nº589/2019)

Asignatura:
MÉTODOS NUMÉRICOS

Tipo de materia: obligatoria

Ciclo: Básico – Primer año

Escuela de: Estadística

Duración: Cuatrimestral

Carga horaria: 48 horas

Profesora Titular:
Mag. Marcos PRUNELLO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

EXP-UNR: Nº 17222/2021

ANEXO ÚNICO

Programa de **"MÉTODOS NUMÉRICOS"**
Carrera de: Licenciatura en Administración (Resolución C.S. nº 589/2019)
Duración: Cuatrimestral – carga horaria 48 horas

1. FUNDAMENTACIÓN

El análisis estadístico, en sus más diversas aplicaciones, requiere indefectiblemente de la realización de numerosos cómputos y de la resolución de problemas de índole matemática. Por esta razón, el profesional estadístico debe valerse del uso de herramientas computacionales y de la implementación de técnicas provenientes del campo del Análisis Numérico como instrumentos para obtener las soluciones que necesita, muchas veces inalcanzables por medios exactos o manuales. En este contexto, la asignatura Métodos Numéricos brinda los conocimientos básicos para lograr una correcta interpretación y aplicación de diferentes técnicas numéricas indispensables para la implementación de variados métodos estadísticos.

Métodos Numéricos es la segunda asignatura del Área Informática en el plan de estudios, dictada en el segundo cuatrimestre del segundo año de la carrera. En este espacio curricular toman mucha importancia los conocimientos adquiridos en Introducción a la Programación, asignatura de primer año, ya que los estudiantes deben leer, interpretar, desarrollar y programar diversos algoritmos. Al mismo tiempo, en Métodos Numéricos se visitan conceptos desarrollados en las materias del Área Matemática del plan de estudios, como aquellas vinculadas al Álgebra y al Análisis Matemático, al proponer el empleo de métodos computacionales para la resolución de problemas que son objeto de estudio de las mismas. Por otro lado, en la asignatura en cuestión se discuten las aplicaciones estadísticas de las metodologías numéricas presentadas y que aparecen como herramientas de trabajo en las materias vinculadas al Área Métodos Estadísticos y al Área Probabilidades y Teoría Estadística para resolver problemas tales como la integración numérica para el cálculo de probabilidades, la resolución de sistemas de ecuaciones para obtener estimaciones de parámetros, el cálculo de descomposiciones matriciales para el análisis multivariado o la resolución de problemas de optimización para el estudio de verosimilitudes, entre otros.

OBJETIVOS

Que el estudiante logre:

- Identificar distintos tipos de problemas matemáticos cuya resolución requiere de la aplicación de los métodos numéricos.
- Apreciar el rol que desempeñan los métodos numéricos en la aplicación de técnicas estadísticas.
- Distinguir los alcances y limitaciones de los métodos numéricos.
- Comprender las formas de representación numérica con la que trabajan las computadoras y los problemas de cálculo que enfrenta la aritmética computacional.
- Diferenciar entre soluciones exactas y aproximadas en problemas matemáticos.
- Interpretar la expresión algorítmica de los métodos numéricos.
- Programar métodos numéricos sencillos y utilizar software que implemente otros más complejos.
- Corroborar mediante la experimentación en computadora las propiedades de los métodos numéricos estudiados.

CONTENIDOS

Unidad 1: Conceptos básicos de análisis numérico.

Los métodos numéricos y sus áreas de aplicación. Sistemas de representación numérica. Aritmética computacional. Números de máquina. El concepto de error. Tipos de errores: truncamiento, redondeo, pérdida de cifras significativas, propagación. Error real, absoluto y relativo. Algoritmos y convergencia. Algoritmos estables, inestables y estables condicionalmente. Crecimiento de error lineal y exponencial. Tasas de convergencia.

Unidad 2: Resolución de ecuaciones en una variable.

Ecuaciones lineales y no lineales (algebraicas y trascendentes). Métodos de la bisección, de iteración de punto fijo, de la secante, de posición falsa, de Newton y sus métodos derivados. Determinación de valores iniciales. Criterios de convergencia o divergencia. Interpretación gráfica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

Unidad 3: Aproximación polinomial.
Polinomios de interpolación de Lagrange. Interpolación iterada de Neville. Diferencias divididas de Newton hacia adelante, hacia atrás y centradas. Diferenciación e integración numérica. Regla trapezoidal, de Simpson y de tres octavos de Simpson. Métodos de cuadratura adaptable.

Unidad 4: Resolución de sistemas de ecuaciones.
Sistemas de ecuaciones lineales. Métodos exactos: eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás, estrategias de pivoteo, obtención de la matriz inversa. Factorizaciones matriciales LU y de Cholesky. Métodos aproximados: técnicas iterativas de Jacobi y Gauss-Siedel, criterios de convergencia y divergencia. Método de gradiente conjugado. Aplicación en problemas de regresión.

Unidad 5: Valores y vectores propios.
El problema de los valores y vectores propios: definición, cálculo, ecuación característica, propiedades. Métodos numéricos para el cálculo: de potencia, de potencia inversa, de deflación. Factorización matricial y algoritmo QR. Descomposición en valores singulares (SVD).

Unidad 6: Resolución de sistemas de ecuaciones no lineales y optimización.
Puntos fijos para funciones de varias variables. Método de Newton, *scoring* de Fisher y Gauss-Newton. Técnicas de descenso más rápido. Algoritmos MM y EM.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Cada clase comenzará con la exposición interactiva de los conceptos y conocimientos teóricos del tema a abordar, buscando fomentar la participación y el desarrollo de una actitud activa por parte de los estudiantes. Para la presentación de los contenidos y ejemplificaciones se utilizarán presentaciones y se ejecutarán programas computacionales.

Durante el resto de la clase se presentará a los alumnos una serie de actividades prácticas para aplicar los conceptos desarrollados, buscando enfatizar en la vinculación de los mismos con la Estadística. Para su resolución se utilizará software especializado o, siempre que la complejidad de los algoritmos lo permita, se recurrirá a la programación de los métodos numéricos estudiados. En otros casos, el código computacional será provisto por los docentes, de forma completa o parcial para que los estudiantes finalicen su implementación.

Los estudiantes serán guiados por los docentes en la primera actividad de cada tema y luego se incentivará al trabajo colaborativo entre pares dentro del aula, bajo la modalidad de taller. Finalmente, se complementarán las actividades prácticas con ejercitación propuesta para ser resuelta fuera de clase, cuyos resultados se discutirán posteriormente en clases de consulta o mediante entornos virtuales, favoreciendo el desarrollo de un sistema de autoevaluación continua.

Todo el material didáctico empleado, incluyendo presentaciones y una guía de estudio con el contenido teórico, estará a disposición de los alumnos en el aula virtual, donde también estará a disposición un foro de consultas, que permitirá abordar la resolución de dudas de forma colaborativa.

ACTIVIDADES

Ejercitación

Los contenidos conceptuales de cada unidad estarán acompañados por una selección de ejercicios prácticos que faciliten su comprensión y ejemplifiquen su aplicación. Algunos de estos ejercicios serán abordados en conjunto entre los docentes y los estudiantes en el contexto de la clase, mientras que otros se dejarán propuestos para la resolución autónoma de los alumnos. Se incluirán en cada tema aplicaciones estadísticas para vincular los métodos numéricos con los contenidos desarrollados en otras asignaturas

Trabajos prácticos

Durante la cursada los estudiantes deberán resolver dos trabajos prácticos de elaboración grupal que permitirán profundizar en el análisis de las propiedades y variantes de los métodos numéricos estudiados. Los mismos consistirán en la comparación del desempeño de distintos algoritmos para resolver el mismo tipo de problema, el análisis de los errores producidos por la aritmética computacional, la aplicación de los

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

métodos en problemas estadísticos como la estimación de modelos, cálculo de probabilidades bajo diversos modelos probabilísticos, etc. Los trabajos tendrán el objetivo de integrar los contenidos de las distintas unidades y de poner en práctica la interpretación de algoritmos, la producción de código de programación y la obtención y análisis de soluciones numéricas para cada problema a tratar.

CARGA HORARIA

La asignatura cuenta con una carga horaria de 48 horas, divididas en 1 encuentro semanal de 3 horas de duración cada uno. No se implementará una división entre clases teóricas y prácticas, estando ambos aspectos de los contenidos inmersos en todos los encuentros.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación de la asignatura estará compuesto por un examen integrador y dos trabajos prácticos de entrega grupal. Cada una de estas actividades evaluativas será calificada en una escala de 0 a 10 y con su promedio se calculará una nota final del cursado. Se alcanzará la condición de estudiante libre si la nota final es menor a 6, regular si la misma es mayor o igual a 6 y menor a 8 o promovido si es mayor o igual a 8.

Examen integrador

Será de resolución individual y presencial, de carácter teórico-práctico y requerirá el uso de computadora. Como criterio de evaluación se priorizará la integración y relación entre conceptos, la identificación de las herramientas prácticas aplicables a la resolución de problemas cortos y la obtención de respuestas correctas.

Trabajos prácticos

Serán de entrega grupal y su realización será fuera de clase. Permitirán abordar problemas que integrarán los contenidos de varias unidades temáticas y cuya resolución requerirá un mayor tiempo de debate y trabajo entre los integrantes de los equipos. Cada trabajo práctico se evaluará teniendo en cuenta el alcance de la solución al problema, el análisis de la misma y/o de los métodos empleados, la correcta implementación o desarrollo de programas y el estilo (claridad, prolijidad, formato, uso apropiado de comentarios, etc.)

Exámenes finales

Los exámenes finales serán escritos, presenciales e individuales, tanto para estudiantes regulares como libres. Para los primeros, el examen final será teórico y consistirá en preguntas sobre los contenidos conceptuales de la asignatura, mientras que para los segundos se incluirá, además, la resolución de problemas prácticos de características similares a los evaluados en el examen integrador. En ambos casos, se aprobará con una nota mayor o igual a 6.

BIBLIOGRAFÍA

Unidad 1

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulo 1.
- Collins, George (2003). *Fundamental Numerical Methods and Data Analysis.* Harvard UP. Capítulo 2.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulo 3.
- Trefethe, Lloyd y Bau, David (1997) *Numerical Linear Algebra.* SIAM. Capítulos 13 y 14.

Unidad 2

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulo 2.
- Lange, Kenneth (2010). *Numerical Analysis for Statisticians.* 2° Edición. Springer. Capítulo 5.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulo 8.

Unidad 3

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulos 3 y 4.
- Collins, George (2003). *Fundamental Numerical Methods and Data Analysis.* Harvard UP. Capítulos 3 y 4.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulos 7 y 10.

Unidad 4

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulos 6 y 7.
- Collins, George (2003). *Fundamental Numerical Methods and Data Analysis.* Harvard UP. Capítulo 2.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

EXP-UNR: Nº 17222/2021

- Lange, Kenneth (2010). *Numerical Analysis for Statisticians.* 2° Edición. Springer. Capítulos 6 y 7.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulos 3, 4 y 5 .

Unidad 5

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulo 9.
- Lange, Kenneth (2010). *Numerical Analysis for Statisticians.* 2° Edición. Springer. Capítulo 8.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulo 6.
- Trefethe, Lloyd y Bau, David (1997) *Numerical Linear Algebra.* SIAM. Capítulos 24 a 31.

Unidad 6

- Burden, Richard et. al. (2017). *Análisis Numérico.* 10° Edición. Cengage Learning. Capítulo 10.
- Lange, Kenneth (2010). *Numerical Analysis for Statisticians.* 2° Edición. Springer. Capítulos 11 a 14.
- Monahan, John (2011). Numerical Methods of Statistics. 2° Edición. Cambridge. Capítulos 5, 8 y 9.

RESOLUCIÓN Nº 30504-C.D.

LIC. ADRIANA P. RACCA
Decana
Pte. Consejo Directivo

JUAN JOSE MESON
Director General de Administración