



"1976-2026 50 años por la Memoria, la Verdad y la Justicia. Nunca más"



Universidad Nacional de Luján
Departamento de
Ciencias Básicas

DISPOSICIÓN CONSEJO DIRECTIVO DEPARTAMENTAL DE CIENCIAS BÁSICAS DISPCD-CB : 87 /
2026

LUJUAN, 14 DE ABRIL DE 2026

VISTO: El programa de la asignatura Optimización No Lineal (15808) para la carrera Especialización en Matemática Aplicada presentado por la División Matemática; y

CONSIDERANDO:

Que tomó intervención la Comisión Académica de la Carrera.

Que se ha tratado y aprobado por el Consejo Directivo Departamental de Ciencias Básicas en su Sesión Ordinaria del día 9 de abril de 2026.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO DEPARTAMENTAL
DE CIENCIAS BÁSICAS

D I S P O N E :

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el programa de la asignatura Optimización No Lineal (15808) para la carrera Especialización en Matemática Aplicada que como anexo I forma parte de la presente Disposición.-

ARTICULO 2°.- Establecer que el mismo tendrá vigencia para los años 2024-2025.-

ARTICULO 3°.- Regístrese, comuníquese, cumplido, archívese.-

CP. Ángel S. BERTOGLIO - Secretario Académico - Departamento de Ciencias Básicas

Dr. Carlos J. DI SALVO - Director Decano - Departamento de Ciencias Básicas



Universidad Nacional de Luján
REPÚBLICA ARGENTINA

DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD: (15808) - Optimización No Lineal

TIPO DE ACTIVIDAD ACADÉMICA: Asignatura

CARRERA: Especialización en Matemática Aplicada Creada por Resolución HCS Nº 195/20

PLAN DE ESTUDIOS: 69.01

DOCENTE RESPONSABLE:

CAPITELLI, Nicolás Ariel

EQUIPO DOCENTE:

PRIVITELLI, Melina Lorena

CARGA HORARIA TOTAL: 48 horas

DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA CARGA HORARIA: 24 horas teóricas - 24 horas Prácticas

PERÍODO DE VIGENCIA DEL PRESENTE PROGRAMA: 2024-2025

CONTENIDOS MÍNIMOS O DESCRIPTORES

Programación no lineal. Condiciones de optimalidad para optimización sin restricciones. Algoritmo con búsquedas unidimensionales. Métodos clásicos de descenso. Optimización con restricciones lineales y no lineales. Métodos de restricciones activas. Aplicaciones de los distintos temas, algoritmos y métodos planteados en la asignatura.

FUNDAMENTACIÓN, OBJETIVOS, COMPETENCIAS

OBJETIVOS GENERALES y ESPECÍFICOS:

El objetivo general de la asignatura es introducir al estudiante en los fundamentos teóricos y metodológicos de la optimización no lineal, brindándole las herramientas necesarias para formular, analizar y resolver problemas de optimización con y sin restricciones. Se busca desarrollar la capacidad de modelar fenómenos reales mediante funciones objetivo no lineales, interpretar las condiciones de optimalidad y aplicar métodos numéricos apropiados para la búsqueda de soluciones óptimas.

Por un lado, se pretende que el alumno comprenda las condiciones de optimalidad para problemas sin restricciones, identificando puntos críticos y clasificando los distintos tipos de extremos. Se abordarán los métodos clásicos de descenso, las búsquedas unidimensionales y los criterios de convergencia, con énfasis en la interpretación geométrica y en la implementación computacional de los algoritmos.

Por otro lado, se estudiarán los problemas de optimización con restricciones lineales y no lineales, abordando los conceptos de conjuntos factibles, multiplicadores de Lagrange y métodos de restricciones activas. Se analizarán estrategias para el tratamiento numérico de restricciones, tanto de igualdad como de desigualdad, y se discutirán ejemplos y aplicaciones de relevancia en la ingeniería, las ciencias aplicadas y la economía.

Finalmente, se fomentará el desarrollo de competencias analíticas, computacionales y de modelización, promoviendo la integración entre la teoría matemática, la implementación de algoritmos y la interpretación de los resultados.

CONTENIDOS

UNIDADES TEMÁTICAS:



Universidad Nacional de Luján
REPÚBLICA ARGENTINA

Unidad 1 . Preliminares de Análisis Vectorial.

Norma y distancia en R^n . Conjuntos abiertos, cerrados y acotados. Entornos, clausura y compacidad. Funciones de varias variables: dominio, imagen y gráfica. Conjuntos de nivel y superficies de nivel. Límites y continuidad de funciones reales de varias variables. Diferenciabilidad y diferencial. Derivadas parciales y gradiente. Funciones de clase C^1 y C^2 . Matriz Hessiana y función cuadrática asociada. Fórmulas de Taylor de primer y segundo orden. Extremos locales y globales de funciones reales de varias variables. Condiciones necesarias para la existencia de extremos. Aplicaciones al análisis de convexidad y a la formulación de problemas de optimización.

Unidad 2. Formulación de problemas de optimización no lineal

Definición general de problemas de optimización sin restricciones y con restricciones de igualdad y desigualdad. Función objetivo, variables de decisión y región factible. Equivalencias entre formulaciones de minimización y maximización. Identificación y modelización de problemas reales mediante funciones no lineales y condiciones impuestas por el contexto. Ejemplos aplicados: maximización de beneficios en modelos productivos, minimización de costos o longitudes bajo restricciones geométricas y limitaciones de recursos o materiales. Introducción al análisis de la factibilidad y del punto óptimo como base para los métodos de resolución. La programación no lineal como marco general de los problemas de optimización continua.

Unidad 3. Condiciones de Optimalidad

Análisis de condiciones necesarias y suficientes para la existencia de extremos en problemas de optimización. Casos sin restricciones: puntos críticos, gradiente nulo y criterio del hessiano. Matrices definidas positivas, semidefinidas y su relación con mínimos y máximos locales. Extensión a funciones de dos y tres variables. Condiciones de segundo orden y criterio del determinante. Introducción a problemas con restricciones mediante multiplicadores de Lagrange: formulación del lagrangiano, interpretación geométrica y ejemplos con una o más restricciones. Concepto de matriz hessiana ordeada y test de signo del determinante para identificar extremos locales. Casos con restricciones de desigualdad: análisis de la región factible, búsqueda de puntos críticos interiores, en el borde y en vértices. Aplicaciones a ejemplos clásicos y discusión de mínimos y máximos globales.

Unidad 4. Introducción al uso de SAGE para optimización no lineal

Presentación del entorno SageMath (SAGE) como sistema libre para experimentación algebraica y geométrica. Trabajo en línea mediante la plataforma CoCalc. Diferencias básicas entre Python y SageMath. Definición y manipulación de variables simbólicas. Evaluación de funciones, cálculo de derivadas parciales, gradientes y matrices hessianas. Resolución de sistemas no lineales y análisis de funciones mediante herramientas simbólicas y numéricas. Aplicaciones iniciales al estudio de problemas de optimización.

Unidad 5. Introducción a SciPy y resolución numérica de problemas no lineales

Librería SciPy para computación científica basada en NumPy. Paquete optimize y función minimize. Sintaxis general, parámetros y métodos disponibles. Representación de funciones objetivo y manejo de variables en arreglos unidimensionales. Definición de restricciones e interpretación de los resultados del algoritmo: convergencia, punto mínimo, valor de la función y número de iteraciones. Ejemplos de aplicación con una o varias restricciones en la resolución de problemas de optimización no lineal. Algoritmos con búsquedas unidimensionales y métodos clásicos de descenso.

Unidad 6. Propiedades y estrategias con minimize

Profundización en el uso de la función minimize del paquete optimize de SciPy. Definición de funciones objetivo y restricciones en problemas con múltiples variables. Estructura y lectura de los resultados del algoritmo: mensajes de convergencia, valores del mínimo, punto óptimo y parámetros de ejecución. Elección de conjeturas iniciales y análisis de su influencia en la convergencia. Estrategias de exploración y refinamiento de soluciones



Universidad Nacional de Luján
REPÚBLICA ARGENTINA

Unidad 7. Programación lineal y método Simplex

Formulación de problemas de optimización lineal con restricciones de igualdad y desigualdad. Región factible, vértices y función objetivo. Interpretación geométrica y resolución gráfica en dos variables. Uso de la función linprog de SciPy para resolver modelos productivos y de asignación. Introducción al método Simplex: idea general, variables de holgura, tabla Simplex, pivoteo y criterio de optimalidad. Casos especiales: soluciones no acotadas, degeneradas o no factibles.

Unidad 8. Optimización convexa

Definición y propiedades de conjuntos convexos. Combinaciones convexas y operaciones que preservan la convexidad. Funciones convexas y estrictamente convexas: interpretación geométrica y ejemplos en una y varias variables. Condiciones analíticas de convexidad: test del gradiente y test del hessiano. Matrices simétricas semidefinidas positivas y criterios equivalentes mediante autovalores y menores principales. Formulación general de un problema de optimización convexa. Relación entre convexidad y existencia de mínimos globales. Aplicaciones y ejemplos de funciones convexas en problemas de optimización. Introducción a los métodos de restricciones activas y a su relación con la convexidad de la región factible.

REQUISITOS DE APROBACIÓN

La evaluación consistirá en dos exámenes parciales individuales (uno a mitad de la cursada y otro al final de la cursada) de carácter teórico-práctico y un trabajo práctico final integrador grupal (al final de la cursada). El requisito de aprobación es tener el 80% de asistencia y aprobados ambos exámenes parciales y trabajo práctico final integrador.

BIBLIOGRAFIA

-OBLIGATORIA

-Notas del curso escritas por el responsable a cargo.

-COMPLEMENTARIA

-Bazaraa, M. S., Sherali, H. D., & Shetty, C. M. (2013). *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*. 3rd Edition, Wiley.

-Nocedal, J. & Wright, S. (2006). *Numerical Optimization*. 2nd Edition, Springer.

-Boyd, S. & Vandenberghe, L. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.

-Burke, J.V. (2020). *Introduction to Nonlinear Optimization: Theory, Algorithms, and Applications with MATLAB*. SIAM.

-Virtanen, P. et al. (2020). SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python. *Nature Methods*, 17, 261–272.

DISPOSICIÓN CD [A COMPLETAR POR EL DEPARTAMENTO]

Hoja de firmas