



Título del trabajo: Origen, desarrollo y estado actual de las condiciones de Karush-Khun-Tucker en Programación no Lineal.
Tutor/a: Antonio Cañada Villar Correo electrónico: acanada@ugr.es
Cotutor/a:
Departamento responsable: Análisis Matemático
Perfil y número de estudiantes al que va dirigido (máximo 2): 1 <i>(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de estudiante)</i>
Estudiante que propone el trabajo (Nombre, Apellidos, DNI):
Tipo de trabajo <i>(consultar (*))</i> 1
Competencias <i>(estas son las mínimas; consultar (**) si se considera añadir otras)</i> <i>Competencias generales:</i> G02, G03, G04, G05, G06, G07, G08, G09. <i>Competencias específicas:</i> E01, E02, E03, E04, E05, E08, E09, E10.
Resultados de aprendizaje <i>(estos son los mínimos; añadir otros si se considera)</i> <ul style="list-style-type: none">• Adquirir competencias globales ligadas al desarrollo y aplicación de los conocimientos del Grado.• Adquirir competencias ligadas a la búsqueda y organización de información y documentación relevante sobre el tema objeto de estudio.• Aplicar el “pensamiento estadístico” y tener capacidad para enfrentarse a las distintas etapas de un estudio estadístico (desde el planteamiento del problema hasta la exposición de resultados).• Saber presentar, de forma escrita y oral, la memoria, los resultados y las conclusiones del trabajo realizado.
Antecedentes y resumen del tema propuesto: <p>El estudio de los máximos o mínimos (extremos) de una función dada, de una o varias variables, es uno de los temas más populares y útiles del Análisis Matemático, debido a sus múltiples aplicaciones. Los estudiantes del Grado en Estadística están familiarizados con los llamados problemas de extremos “libres”, donde la función a maximizar no está sujeta a restricciones adicionales. Un salto cualitativo importante se da en el clásico Teorema de los Multiplicadores de Lagrange, donde se consideran restricciones adicionales dadas por igualdades de ciertas funciones. Mucho más complicado es un problema de optimización donde las restricciones adicionales pueden ser tanto de igualdad como de desigualdad. Esto constituye, en general un problema de programación: programación lineal si todas las funciones que aparecen son lineales y programación no lineal si alguna de ellas no es lineal. Los estudiantes del Grado en Estadística tienen un primer contacto con la programación no lineal en las asignaturas Investigación Operativa I y II. En este trabajo nos concentraremos en las llamadas “condiciones de Karush-Kuhn-Tucker”, que pueden considerarse como un “teorema avanzado” y no fácil de entender en programación no lineal.</p> <p>Teniendo en cuenta el tipo de estudiantes a los que va dirigido, el énfasis se pondrá en el entendimiento adecuado de los resultados teóricos presentados (más que en las demostraciones de los mismos), así como en las aplicaciones en disciplinas tales como la investigación operativa, economía, etc. Se hará también un estudio de los orígenes históri-</p>



cos de la programación no lineal. El estudio y comprensión adecuada de ejemplos diversos (sobre todo de programación no lineal convexa), constituye, quizás, uno de los objetivos más importantes de este trabajo.

Breve descripción de las actividades presenciales y no presenciales a realizar:

Actividades presenciales (15-30%)	Planteamiento, orientación y supervisión	89 horas
	Exposición del trabajo	1 hora
	Otras:	
Actividades no presenciales (70-85%)	Preparación del trabajo	130 horas
	Elaboración de la memoria	80 horas
	Otras:	
Total (12 ECTS)		300 horas

Objetivos que se pretenden alcanzar:

- Resumir, destacando las ideas fundamentales, los contenidos estudiados en el Grado en Estadística relacionados con el tema.
- Orígenes históricos de la programación no lineal.
- Planteamiento general de un problema de programación no lineal.
- Las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker.
- Aplicaciones a Investigación Operativa, Economía, etc.

Bibliografía para la puesta en marcha del trabajo:

Apostol, T.M. *Análisis Matemático*. Reverté, 1960.

Kjeldsen, T. H. A contextualized historical analysis of the Kuhn-Tucker Theorem in Nonlinear Programming: the impact of World War II, *Historia Matemática*, vol. 27, 2000, 331-361.

Kuhn, H. W. *Nonlinear Programming: a historical view*. SIAM-AMS Proceedings, vol. 9, 1-26, 1976.

Mangasarian, O.L. *Nonlinear Programming*, SIAM, 1994.

McShane, J. The Lagrange Multiplier Rule, *The American Mathematical Monthly*, vol. 80, 1973, 922-925.

Martínez Sánchez, F. J. Una generalización del Teorema de los multiplicadores de Lagrange: condiciones de Karush-Kuhn-Tucker en Programación no Lineal. TFG 2017/2028.

Disponible en:

<https://www.ugr.es/~acanada/docencia/matematicas/TFG-definitivo-2julio2018.pdf>



Peressini, E.A.L., Sullivan, F- E. y Uhl, J.J. The mathematics of nonlinear programming. Springer-Verlag, 1988.

Sydsaeter, K. y Hammond, P. Matemáticas para el análisis económico. Prentice Hall, 1996.

Tipo de trabajo (*):

1. Estudio de profundización en algún tema concreto de Estadística, o como proyecto de aplicación de la misma a estudios o problemas de otros ámbitos científicos o sociales.
2. Realización completa de todas las fases de un proyecto estadístico, bien con auxilio de prácticas en empresas o con prácticas propuestas y dirigidas por el tutor.
3. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la Estadística.
4. Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.
5. Elaboración de un plan de empresa.
6. Simulación de encargos profesionales.
7. Trabajos bibliográficos sobre el estado actual de una temática relacionada con la Estadística.
8. Creación y/o empleo de herramientas informáticas para su uso en Estadística.
9. Trabajos de inicio a la investigación.
10. Trabajos cuya finalidad sea la divulgación de la Estadística en diversos contextos.
11. Trabajos sobre Historia de la Estadística.
12. Trabajos relacionados con la docencia de la Estadística.

Competencias (**)

Competencias generales:

G01. Poseer los conocimientos básicos de los distintos módulos que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Estadística que se presenta.

G02. Saber aplicar los conocimientos básicos de cada módulo a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de la Estadística y ámbitos en que esta se aplica directamente.

G03. Saber reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

G04. Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.

G05. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

G06. Saber utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.



- G07.** Poder comunicarse en otra lengua de relevancia en el ámbito científico.
- G08.** Poseer habilidades y aptitudes que favorezcan el espíritu emprendedor en el ámbito de aplicación y desarrollo de su formación académica.
- G09.** Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos, a los principios de accesibilidad universal, igualdad, y no discriminación; y los valores democráticos, de la cultura de la paz y de igualdad de género.

Competencias específicas:

- E01.** Conocer los fundamentos básicos del razonamiento estadístico, en el diseño de estudios, en la recogida de información, en el análisis de datos y en la extracción de conclusiones.
- E02.** Conocer, saber seleccionar y saber aplicar, técnicas de adquisición de datos para su tratamiento estadístico.
- E03.** Conocer los fundamentos teóricos y saber aplicar modelos y técnicas estadísticas en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales.
- E04.** Saber seleccionar los modelos o técnicas estadísticas para su aplicación en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales, así como conocer herramientas de validación de los mismos.
- E05.** Comprender la importancia de la Investigación Operativa como metodología de optimización, toma de decisiones y diseño de modelos particulares para la resolución de problemas en situaciones específicas.
- E06.** Comprender y utilizar básicamente el lenguaje matemático.
- E07.** Conocer los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para el estudio de los aspectos teóricos y prácticos de la Probabilidad, la Estadística y la Investigación Operativa.
- E08.** Conocer y saber utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, bases de datos, visualización gráfica y optimización, que sean útiles para la aplicación y desarrollo de las técnicas estadísticas.
- E09.** Conocer los conceptos básicos y habilidades propias de un ámbito científico o social en el que la Estadística o la Investigación operativa sean una herramienta fundamental.
- E10.** Tomar conciencia de la necesidad de asumir las normas de ética profesional y las relativas a la protección de datos y del secreto estadístico, como premisas que deben guiar la actividad profesional como profesionales de la Estadística.