



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Matemáticas (curso 2022-2023)

*Responsable de tutorización:* Francisco José López Fernández  
*Departamento:* Geometría y Topología  
*Correo electrónico:* [fjlopez@ugr.es](mailto:fjlopez@ugr.es)

*Responsable de cotutorización:*  
*Departamento:*  
*Correo electrónico:*

*(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)*  
*Estudiante que propone el trabajo:*

*Título del trabajo:* Teorema de Frobenius para distribuciones en variedades

*Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):*

Complementario de profundización X  
Divulgación de las Matemáticas  
Docencia e innovación  
Herramientas informáticas  
Iniciación a la investigación X

*Materias del grado relacionadas con el trabajo:*  
Variedades Diferenciables

*Descripción y resumen de contenidos:*

Se pretende introducir el lenguaje clásico de las distribuciones diferenciables en variedades, tanto en su versión para campos como para ideales de formas. El objetivo fundamental será probar el Teorema de Frobenius, que caracteriza a las distribuciones integrables sobre una variedad diferenciable, y analizar su interpretación dual a través del concepto de ideal diferencial en el álgebra exterior de las formas diferenciables. Por su naturaleza y dificultad intrínseca, estos contenidos exigirán una gran capacidad, madurez matemática y voluntad de trabajo por parte del estudiante.

*Actividades a desarrollar:*

El alumno debe haber cursado la asignatura Variedades Diferenciables o manejar con fluidez los rudimentos de la Geometría Diferencial avanzada. Será necesario consultar diversos tratados de esta materia. Se pretende que el alumno comprenda el concepto de campo diferenciable y corchete de Lie de campos, así como su extensión a distribuciones diferenciables, incidiendo en la noción de integrabilidad de distribuciones y abordando el análisis de ideales diferenciales de formas. La planificación cronológica de actividades será la estándar, y exigirá estudio y trabajo personal por parte del estudiante, organización de tutorías y elaboración de una memoria final.

<i>Objetivos matemáticos planteados</i>
Concepto de campo diferenciable y flujo asociado. Corchete de Lie de campos.
Concepto de distribución diferenciable sobre una variedad.
Concepto de distribución diferenciable integrable, y caracterización mediante ideales de formas.
Comprensión de la demostración del Teorema de Frobenius. Ejemplos y aplicaciones.

*Bibliografía para el desarrollo matemático de la propuesta:*

- 1) WARNER, F.: Foundations of differential manifolds and Lie groups, Scott Foresman and Co 1971.
- 2) LEE, J.M.: Manifolds and Differential Geometry, Graduate Studies in Mathematics, vol. 107, American Matemática Society, EE.UU., 2009.
- 3) SPIVAK M.: A comprehensive introduction to Differential Geometry, Vol. I-V, Publish or Perish Inc. 1999.

Firma del estudiante  
(solo para trabajos propuestos por alumnos)

Firma del responsable de tutorización  
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización  
(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En, Granada, a    de    de 2022