



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Miguel Sánchez Caja  
**Departamento y Área de Conocimiento:** Geometría y Topología

**Cotutor/a:**  
**Departamento y Área de Conocimiento:**

**Título del Trabajo:** Geometría de Galileo-Newton frente a la relativista

**Tipología del Trabajo:** Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con el Grado.  
*(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/15)*

### **Breve descripción del trabajo.**

Se estudiará de manera comparativa el concepto de espacio-tiempo newtoniano y el de espacio-tiempo relativista, tanto en el caso clásico (aproximaciones lineales llanas de Galileo-Newton y de Lorentz-Minkowski) como curvado (espaciotiempos "leibnizianos" y relativistas de Einstein).

Consecuentemente, el trabajo se dividirá en dos partes. En la primera se estudiará el grupo de Galileo y el de Lorentz, comparando algunas magnitudes físicas en uno y otro escenario. En la segunda, se estudiará cómo construir un espaciotiempo curvado tomando como modelos infinitesimales tanto el de Galileo-Newton como el de Lorentz-Minkowski. Se hará especial hincapié en la existencia de una conexión afin canónica en el segundo caso (la conexión de Levi-Civita) y la necesidad de introducir elementos geométricos adicionales (con diversas interpretaciones físicas) para determinar una en el primero.

### **Objetivos planteados:**

1. Introducción de axiomas que modelen el concepto de sistema de referencia inercial y caracterización de los espaciotiempos de Galileo-Newton y Lorentz-Minkowski a partir de ellos.
2. Estudio comparativo de los grupos ortogonal euclidiano, de Galileo y de Lorentz.
3. Aprendizaje de elementos de Geometría Diferencial, incluyendo el de conexión afin.
4. Definición de espaciotiempo relativista y desarrollo de sus elementos geométricos y físicos fundamentales.
5. Definición de espaciotiempo newtoniano, planteamiento del problema de determinación de su conexión afin y de sus posibles soluciones.

### **Metodología.**

Los elementos metodológicos transversales del trabajo son:

- Revisión bibliográfica de resultados, manejando en particular bases de datos como Arxiv o Mathscinet.
- Uso de un procesador de textos matemáticos (Latex o alguna de sus variantes) para presentar resultados.
- Aprendizaje de complementos de Geometría Diferencial

El estudiante se pondrá en contacto con el profesor con antelación para planificar el trabajo teniendo en cuenta sus conocimientos previos de Relatividad General y Geometría Diferencial. Durante el cuatrimestre en que desarrolle el TFG, el alumno se reunirá semanalmente con el profesor para comprobar sus avances y solventar dificultades.



**Bibliografía:**

- A.N. Bernal, M. Sánchez: Un paseo por las geometrías del espaciotiempo en el centenario de la Relatividad General, *La Gaceta de la RSME* Vol. 18 (2015), Núm. 3, Págs. 521–542.
- C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation*, Freeman, San Francisco, 1973
- R. K. Sachs, H. H. Wu, *General relativity for mathematicians*, Springer-Verlag, New York (1977). Graduate Texts in Mathematics, Vol. 48.

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**  
Alumno/a propuesto/a:

Granada, a 25 de mayo de 2016