UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Doble Grado en Física y Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-011-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Ondas gravitatorias y la conjetura de Ehlers-KUndt

Descripción general (resumen y metodología):

La detección hace diez años de las ondas gravitatorias es un hito en la historia de la ciencia, en el que subyace una fuerte base teórica sobre la que aún quedan cuestiones por resolver. Resulta especialmente sorprendente la conjetura de Ehlers-Kundt (EK), ya que se relaciona con un nuevo problema abierto en mecánica newtoniana y análisis armónico, cuya formulación es simple y accesible para estudiantes de grado.

El presente trabajo se centrará en desarrollar esta conjetura desde el punto de vista relativista original, que involucra las propiedades geométricas globales de las ondas gravitatorias frontales paralelamente propagadas (ondas pp) y de las ondas planas. El estudio de sus geodésicas permitirá encontrar una equivalencia entre su completitud y la completitud de las trayectorias para un potencial newtoniano en el plano euclidiano. Finalmente, el caso de potenciales esclerónomos, se verá equivalente con una propiedad abierta básica de las funciones armónicas en R^2.

Se seguirá la siguiente secuencia de estudio y desarrollo del problema:

1. Estudio del espacio de Lorentz-Minkowski L^n y del grupo de Lorentz.
2. Estudio de complementos de geometría diferencial sobre variedades riemannianas y lorentzianas.
3. Desarrollo del modelo geométrico de onda pp, onda plana y planteamiento de EK.
4. Análisis de la ecuación de las geodésicas y de la equivalencia con un problema newtoniano.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Descripción y demostración de los tipos de isometrías de L^n
2. Formulación de la métrica de las ondas planas y de la ecuación de sus geodésicas
3. Formulación de las versiones equivalentes de EK.
4. Explicación de sus consecuencias físicas y matemáticas.
5. Revisión bibliográfica.

Bibliografía básica:

1. R.M. Wald: General Relativity. Chicago, IL: The University of Chicago Press (1984).
2. M.A. Javaloyes, M. Sánchez: An Introduction to Lorentzian Geometry and its Applications, Sao Carlos: Rima 2010, ISBN: 978-85-7656-180-4.
3. Roche, C., Aazami, A. B., & Cederbaum, C. (2023). Exact parallel waves in general relativity. General Relativity and Gravitation, 55(2), 34.
4. J. Ehlers, K. Kundt: Exact solutions of the gravitational field equations, in: L. Witten (Ed.), Gravitation: An Introduction to Current Research, J. Wiley & Sons, New York, 1962, pp. 49-101.
5. J.L. Flores, M. Sánchez: Ehlers-Kundt Conjecture about Gravitational Waves and Dynamical Systems. J. Differential Equations, Volume 268, Issue 12 (2020) 7505-7534.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MIGUEL SÁNCHEZ CAJA

Ámbito de conocimiento/Departamento: GEOMETRÍA Y TOPOLOGÍA

Correo electrónico: sanchezm@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: SAUL RUANO ALCALDE

Correo electrónico: saulruano@correo.ugr.es