



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Campos y partículas en 5 dimensiones: círculos, orbifolds y curvatura

**Descripción general** (resumen y metodología):

Las dimensiones espaciales compactas son una posibilidad de gran interés en física de partículas. Por un lado, permiten construir modelos consistentes que involucran acoplos o escalas muy distintas. En particular, podrían explicar de modo natural la jerarquía entre la escala de Planck y la electrodébil. Por otro lado, ofrecen una descripción alternativa (“holográfica”) de teorías 4-dimensionales con acoplo fuerte como QCD.

En este trabajo el alumno estudiará las implicaciones físicas de una dimensión extra compacta en teoría de campos. Considerará 3 posibilidades: un círculo ( $S^1$ , modelo de Arkani Hamed-Dimopoulos-Dvali), un orbifold sin curvatura ( $S^1/Z_2$ ) y un orbifold con curvatura (AdS5, modelo de Randall-Sundrum). En cada caso, encontrará las ecuaciones de movimiento para campos de espín 0,  $\frac{1}{2}$ , 1 y 2 y realizará el desarrollo en modos de Kaluza-Klein. Integrando la dimensión extra, obtendrá los acoplos (Yukawa, gauge, gravedad) 4-dimensionales de esos campos y estudiará el límite de curvatura nula del modelo AdS5.

El objetivo general del trabajo es que el alumno entienda el interés y las implicaciones fenomenológicas de una dimensión espacial extra compacta, y el objetivo específico es que se familiarice con el modelo de Randall-Sundrum. Inicialmente estudiará algunos conceptos básicos de teoría de campos (tipos de campos, cómo construir su acción, cómo encontrar sus ecuaciones de movimiento). La realización del TFG requerirá el manejo del ordenador (elaboración de un código Mathematica), y la metodología incluirá reuniones semanales con el tutor para el seguimiento del trabajo.

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

**Objetivos planteados:**

1. Entender cómo se manifestaría una dimensión extra compacta y su interés en relación al “problema de las jerarquías”.
2. Encontrar las ecuaciones de movimiento para campos de distinto espín en 5 dimensiones.
3. Determinar el efecto de las condiciones de contorno (Dirichlet, Neumann, términos en las branas) en dichas ecuaciones.
4. Encontrar los modos de Kaluza-Klein y sus acoplos con el gravitón para campos con distinto espín en el modelo de Randall-Sundrum.

**Bibliografía básica:**

- [1] J.I. Illana, M. Masip, “TeV gravity searches”, Chapter 8 in Probing Particle Physics with Neutrino Telescopes, C. Pérez de los Heros (editor), pp. 267-291, World Scientific, 2020. <https://arxiv.org/pdf/2001.05195>
- [2] R. Sundrum, “To the fifth dimension and back” (TASI 2004). <https://arxiv.org/pdf/hep-th/0508134>
- [3] H-C Cheng, “Introduction to extra dimensions” (TASI 2009). <https://arxiv.org/pdf/1003.1162>
- [4] T. Gherghetta, “A holographic view of beyond the Standard Model Physics” (TASI 2010). <https://arxiv.org/pdf/1008.2570>

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

El trabajo puede resultar interesante a alumnos que tengan previsto cursar las asignaturas de teoría de campos y partículas y relatividad general.

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** MANUEL MASIP MELLADO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA TEÓRICA

**Correo electrónico:** masip@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:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**