



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	<b>Eugenio Megías Fernández</b>
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	<b>Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear</b>
<b>Correo electrónico:</b>	emegias@ugr.es
<b>Cotutor/a:</b>	<b>Adrián Carmona Bermúdez</b>
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Departamento de Física Teórica y del Cosmos
<b>Correo electrónico:</b>	adrian@ugr.es

<b>Título del Trabajo:</b>	<b>Estudio de un modelo con dimensiones extra y dinámica del radión</b>		
<b>Tipología del Trabajo:</b> (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X 5. Elaboración de un proyecto
		3. Trabajos experimentales	6. Trabajo relacionado con prácticas externas

### Breve descripción del trabajo:

El Modelo Estándar de Partículas es muy exitoso en la descripción de los procesos físicos hasta energías de unos cuantos Tera-electronvoltios, que es la energía máxima alcanzada en los colisionadores de partículas actuales. No obstante, existen problemas tanto a nivel experimental (por ejemplo, la existencia de materia oscura) como teórico (el problema de las jerarquías) que indican que el Modelo Estándar no puede ser la teoría fundamental última, sino que es una teoría efectiva que debe completarse a energías mas altas.

En este trabajo se pretende estudiar un modelo con dimensiones extra, en el marco de las teorías que tratan de explicar la Física más allá del Modelo Estándar de Partículas. Uno de los problemas sin resolver del Modelo Estándar es el problema de las jerarquías, según el cual los parametros fundamentales del Lagrangiano son muy diferentes a los parámetros medidos en el experimento, tales como la masa del Higgs. El modelo que se pretende estudiar permite resolver el problema de las jerarquías de un modo natural, estará formulado en 5 dimensiones, y constituirá una generalización del modelo de Randall-Sundrum [1]. El modelo contendrá 2 branas: una brana ultravioleta, y una brana infrarroja. Se estudiarán los propagadores de algunos campos: bosones gauge, fermiones y radión. Para este último, que corresponde a perturbaciones escalares de la métrica [2], se hará un estudio de su acción efectiva, y se calculará la dependencia de la masa del radión con los parámetros del modelo. Se recomienda que el alumno curse las asignaturas Relatividad General y Teoría de Campos y de Partículas.

### Objetivos planteados:

Se estudiará un modelo en 5 dimensiones, como modificación del modelo de Randall-Sundrum, con dos branas, y con una rotura suave de la invariancia conforme. En primer lugar se abordará la solución del problema de las jerarquías mediante un estudio de la estabilización de las branas. Posteriormente, se estudiará:

1. El propagador de bosones gauge sin masa, y algunas de las propiedades espectrales del mismo [3].
2. El propagador de los fermiones [4, 5].
3. El propagador y la acción efectiva del radión. Se obtendrán algunas fórmulas de masa que van a constituir una aproximación de la masa del radión cuando ésta sea pequeña [6].

Campus  
Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva  
s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242902  
fisicas@ugr.es

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

### **Metodología:**

Las técnicas matemáticas a desarrollar son los métodos basados en las teorías de gravedad en dimensiones extra, con acoplamientos de diferentes campos. Para los bosones gauge, se considerará el acoplamiento con el tensor de campo de gauge [3, 7]. Los fermiones que se van a introducir en la teoría incluirán términos de masa en el bulk que controlarán su dinámica en la dimensión extra. En ambos casos, bosones gauge y fermiones, se hará un estudio preliminar en el modelo de Randall-Sundrum con simetría conforme, lo que permitirá ganar intuición sobre el tipo de resultados que se esperan obtener. Para el estudio del radión, se considerará el acoplamiento con un campo escalar, que dará lugar a una rotura espontánea de la simetría conforme. Dicha rotura estará controlada por un superpotencial, cuyo comportamiento cerca de la brana infrarroja será modelizado conveniente. Las fórmulas de masa se obtendrán haciendo un estudio perturbativo de las soluciones de la ecuación de movimiento para el radión, en un desarrollo en potencias de la masa. Otros trabajos relacionados con el estudio propuesto en este TFG son [8, 9, 10].

### **Bibliografía:**

- [1] "A large mass hierarchy from a small extra dimension", L. Randall, R. Sundrum, Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 3370.
- [2] "Radion dynamics and electroweak physics", C. Csaki, M.L. Graesser, G.D. Kribs, Phys. Rev. D63 (2001) 065002.
- [3] "Gapped continuum Kaluza-Klein spectrum", E. Megías, M. Quirós, JHEP 08 (2019) 166.
- [4] "Phenomenology of Non-Custodial Warped Models", A. Carmona, E. Ponton, J. Santiago, JHEP 1110 (2011) 137.
- [5] "Flavor phenomenology in general 5D warped spaces", J. A. Cabrer, G. Gersdorff, M. Quirós, JHEP 01 (2012) 033.
- [6] "On dilatons and the LHC diphoton excess", E. Megías, O. Pujolas, M. Quiros, JHEP 05 (2016) 137.
- [7] "Suppressing electroweak precision observables in 5D warped models", J. Cabrer, G. Gersdorff, M. Quirós, JHEP 05 (2011) 083.
- [8] "Electroweak breaking on a soft wall", A. Falkowski, M. Perez-Victoria, JHEP 0812 (2008) 107.
- [9] "Soft-wall stabilization", J. Cabrer, G. Gersdorff, M. Quirós, New J. Phys. (2010) 065012.
- [10] "Randall-Sundrum models and the regularized AdS/CFT correspondence", M. Pérez-Victoria, JHEP 05 (2001) 064.

***A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG***

*Alumno/a propuesto/a:*

Granada, 18 de Mayo 2021

Sello del Departamento

Campus  
Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva  
s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242902  
fisicas@ugr.es

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias