



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Mar Bastero Gil
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Física Teórica y del Cosmos
<b>Correo electrónico:</b>	
<b>Cotutor/a:</b>	
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	
<b>Correo electrónico:</b>	

**Título del Trabajo:** Agujeros negros primordiales: de inflación a radiación

<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:

En este trabajo se propone estudiar la formación de agujeros negros primordiales (PBH) [1] en el contexto cosmológico. Es un campo de investigación muy activo actualmente dado que por ejemplo PBHs con masas del orden de  $10^{15}$  g podrían ser un buen candidato a la componente de materia oscura de nuestro universo [2]. Pueden originarse cuando las fluctuaciones primordiales generadas durante inflación con amplitudes  $\delta\rho/\rho \sim 0.01-0.1$  re-entran en el horizonte después de inflación [3]. Dicha abundancia dependerá del valor crítico de la sobre-densidad de materia, y de la ecuación de estado del universo,  $w$ , cuando se produce el colapso. Típicamente se asume que dicha ecuación de estado es constante y corresponde o bien a un universo dominado por la radiación,  $w=1/3$ , o bien materia,  $w=0$ . En algunos modelos inflacionarios la transición a un universo dominado por la radiación, periodo dominado "recalentamiento", puede comportarse justamente como materia, y las perturbaciones una vez re-entran en el horizonte vuelven a ser amplificadas dando lugar a estructuras que pueden colapsar en agujeros negros primordiales [4].

### Objetivos planteados:

Compararemos el mecanismo estándar formación de agujeros negros primordiales con el mecanismo propuesto en [4] de amplificación durante la fase de recalentamiento. Estudiaremos la posibilidad de combinar ambos mecanismos, dando lugar a una función de masas (abundancia de los agujeros negros primordiales dependiendo de sus masas) que cubra varios rangos de masas.

### Metodología:

Se aplicarán conocimientos de Relatividad General a un problema actual de la física teórica moderna, adquiriendo también conocimientos básicos de Cosmología. Se revisará los mecanismos básicos de producción de agujeros negros primordiales [1,2] y el cálculo de la abundancia, para después aplicarlo a un modelo inflacionario concreto que pueda dar lugar a abundancias apreciables en un amplio espectro de masas.

### Bibliografía:

- [1] A. Escrivà, F. Kuhnel and Y. Tada, "Primordial Black Holes", [arXiv:2211.05767 [astro-ph.CO]].  
 [2] B. Carr, F. Kuhnel, and M. Sandstad, "Primordial Black Holes as Dark Matter", Phys. Rev. D94 (2016) 083504 [arXiv:1607.06077[astro-ph.CO]].



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de  
Ciencias  
Sección de  
Físicas

- [3] A. M. Green and A. R. Liddle, "Constraints on the density perturbation spectrum from primordial black holes", Phys. Rev. D56 (1997) 6166 [arXiv:astro-ph/9704251 [astro-ph]].
- [4] L. E. Padilla, J. C. Hidalgo and K. A. Malik, "New mechanism for primordial black hole formation during reheating", Phys. Rev. D106 (2022) 023519 [arXiv:2110.14584 [astro-ph.CO]].

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

Alumno/a propuesto/a: Javier Aguilar Delgado

Granada, 21 de abril 2023

Sello del Departamento

Campus  
Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva  
s/n  
18071 Granada  
Tfno. +34-958242736  
almartin@ugr.es

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias