



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

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

Título del Trabajo: Relatividad Numérica y Cosmología					
Tipología del Trabajo: (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:

La primera detección de ondas gravitacionales por parte de la colaboración LIGO en 2015 supuso la confirmación del último test "clásico" de la teoría de la Relatividad General (RG). Detrás estaban varias décadas de avances tecnológicos para el diseño de la antena en la parte experimental, y también del desarrollo de las herramientas teóricas que permitiesen el estudio de sistemas gravitatorios en el regimen no lineal, como es la colisión de agujeros negros, y la resolución de las ecuaciones de Einstein. Este es el ámbito de estudio de la relatividad numérica [1,2]. En los últimos años, este esquema también se ha adaptado para el estudio de fenómenos no lineales en el contexto cosmológico [3], como pueden ser procesos de producción de partículas al final de inflación, o de producción de agujeros negros primordiales, incluyendo también los efectos no-lineales de la métrica en expansión. Para ello se han desarrollado herramientas numéricas de uso público, como GRChombo [4].

Objetivos planteados:

El objetivo de este trabajo sería en primer lugar aprender las bases de la Relatividad Numérica, y de sus aplicaciones en el contexto cosmológico, y familiarizarse con el uso de la herramienta numérica GRChombo. Para ello proponemos estudiar en detalle los primeros instantes del proceso de producción de partículas después de inflación, estudiando un modelo inflacionario concreto compatible con las observaciones cosmológicas.

Metodología:

Se aplicarán conocimientos de Relatividad General y Métodos Numéricos a un problema actual de la física teórica moderna, adquiriendo también conocimientos básicos de Cosmología. Para familiarizarse con la herramienta numérica GRChombo, se estudiará algún modelo inflacionario sencillo. Para la parte numérica, el estudiante puede tener acceso si hace falta al cluster del grupo de Física de Altas Energías de la UGR.

Bibliografía:

- [1] T. W. Baumgarte and S. L. Shapiro, "Numerical Relativity: Starting from Scratch", Cambridge University Press, 2021.
- [2] E. Gourgoulhon, "3+1 Formalism in General Relativity: Bases of Numerical Relativity", Springer Berlin Heidelberg, 2012.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

[3] A. Ijjas, "Numerical Relativity as a New Tool for Fundamental Cosmology",
MDPI Physics 4 (2022) 301 [arXiv:2201.03752 [gr-qc]].

[4] T. Andrade, L. Areste Salo, J. C. Aurrekoetxea, J. Bamber, K. Clough, R. Croft, E. de Jong, A. Drew, A. Duran and P. G. Ferreira, et al.
"GRChombo: An adaptable numerical relativity code for fundamental physics",
J. Open Source Softw. 6 (2021) 3703 [arXiv:2201.03458 [gr-qc]].

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

Alumno/a propuesto/a: Oskar Borgvall González

Granada, 21 de abril 2023

Sello del Departamento