



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Eugenio Megías Fernández
Departamento y Área de Conocimiento:	Física Atómica, Molecular y Nuclear
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo:	Estudio holográfico de sistemas físicos fuera del equilibrio y entropía de entrelazamiento													
Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	<table border="1"> <tr> <td>1. Revisión bibliográfica</td> <td></td> <td>4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. Estudio de casos teórico-prácticos</td> <td>X</td> <td>5. Elaboración de un proyecto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3. Trabajos experimentales</td> <td></td> <td>6. Trabajo relacionado con prácticas externas</td> <td></td> </tr> </table>	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	
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 pretende estudiar un sistema físico sencillo a temperatura finita, en el marco de la correspondencia Anti de Sitter/Conformal Field Theory (AdS/CFT) [1]. Estudiaremos la evolución temporal del flujo de calor, de la entropía de entrelazamiento y de la información mutua entre dos sistemas inicialmente aislados entre sí y en equilibrio térmico, a temperaturas T_1 y T_2 , que se ponen en contacto en el instante inicial. La *entropía de entrelazamiento* mide cómo es intercambiada la información entre dos sistemas que se encuentran inicialmente aislados el uno del otro. Holográficamente se puede calcular a partir del área de una superficie mínima que se extiende hacia el "bulk" a partir de una cierta superficie predefinida A de la frontera, y constituye una generalización de la famosa fórmula de entropía de Bekenstein-Hawking para los agujeros negros [2, 3]. Otra magnitud relacionada con la entropía de entrelazamiento es la *Información Mutua*, que mide la cantidad de información que se puede obtener de uno de los sistemas si se mira el otro sistema. Este estudio en holografía permitirá obtener propiedades universales de sistemas físicos sencillos fuera del equilibrio térmico, con aplicación a la física de iones pesados.

Objetivos planteados:

Dados dos sistemas semi-infinitos a temperaturas T_1 y T_2 , que se ponen en contacto a $t=0$, se estudiará:

- La evolución temporal del valor esperado del tensor energía momento. Los componentes diagonales de dicho tensor darán cuenta de la evolución temporal de la densidad de energía y de la presión, mientras que las componentes fuera de la diagonal permitirán estudiar la corriente de energía entre dichos sistemas.
- La evolución temporal de la entropía de entrelazamiento entre los dos sistemas.
- La evolución temporal de la información mutua de los dos sistemas.
- Se estudiarán asimismo los efectos que provoca sobre las magnitudes anteriores, un cierto grado de anisotropía en las configuraciones iniciales de los sistemas

Metodología:

Las técnicas matemáticas a desarrollar son los métodos basados en la correspondencia AdS/CFT. Se trata de una dualidad postulada en [4], entre una teoría de Yang-Mills Supersimétrica, y una teoría de gravedad débilmente acoplada en el espacio de AdS, y que permite traducir problemas difíciles de Teoría Cuántica de Campos en ejercicios sencillos de gravedad clásica. En particular, se obtendrán las ecuaciones de movimiento clásicas para el sistema gravitatorio dual a la CFT en $D = 1+1$ (1 dimensión espacial y 1 dimensión temporal), y se encontrarán soluciones de tipo agujero negro. Se estudiará la evolución temporal de estas soluciones, en concreto la propagación de "ondas de choque". El estudio de la entropía de entrelazamiento

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

se llevará a cabo mediante el cálculo del área mínima que se extiende en el bulk, con condiciones de contorno apropiadas en el borde del espacio de AdS. Algunos trabajos relacionados con el estudio propuesto en este TFG son [5, 6].

Bibliografía:

- [1] “Gauge/gravity duality”, M. Ammon, J. Erdmenger, Cambridge University Press: United Kingdom, 2015.
- [2] “Aspects of holographic entanglement entropy.” S. Ryu, T. Takayanagi, JHEP 0608 (2006) 045.
- [3] ”A corariant holographic entanglement entropy proposal.” V.E. Hubeny, M. Rangamani, T. Takayanagi, JHEP 0707 (2007) 062.
- [4] “The Large Nc limit of superconformal field theories and supergravity”. J.M. Maldacena, Adv. Theor. Math. Phys.2: 231-252 (1998) e Int. J. Theor. Phys. 38: 1113-1133 (1999).
- [5] “Time evolution of entanglement for holographic steady state formation.” J. Erdmenger, D. Fernández, M. Flory, E. Megías, A.K. Straub, P. Witkowski, JHEP 1710 (2017) 034.
- [6] “Evolution of holographic entanglement entropy in an anisotropic system.” C. Ecker, D. Grumiller, S.A. Stricker, JHEP 1507 (2015) 146.

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

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 23 de mayo 2019

Sello del Departamento

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

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias