

# Resumen de la Tesis Doctoral “Holographic Revivals”

realizada por

Emilia da Silva di Tommaso

y presentada ante el Departamento de Física Teórica

de la Universidad Autónoma de Madrid

para la obtención del Título de Doctor en Física Teórica

Director: Dra. Esperanza López Manzanares

## Resumen

En esta tesis hemos estudiado holográficamente la dinámica de fuera de equilibrio de tres sistemas de teoría cuántica de campos a acoplo fuerte.

En dos de ellos, la teoría cuántica vivía en un espacio compacto de  $1+1$  y  $2+1$  dimensiones, respectivamente. Para modelizar holográficamente estos sistemas, hemos estudiado la formación de agujeros negros clásicos en dos espacios asintóticamente AdS, en  $2+1$  y  $3+1$  dimensiones respectivamente, acoplados a un campo escalar sin masa. El observable que monitorizamos en ambas dimensiones fue la entropía de entrelazamiento holográfica. Cuando el campo escalar sin masa tiene suficiente energía forma directamente un agujero negro, cuando la disminuimos, se producen oscilaciones en la geometría. El resultado principal de esta parte de la tesis, consiste en haber relacionado estas oscilaciones, con reconstrucciones parciales del estado inicial en la teoría cuántica dual. En algunos casos específicos, conseguimos relacionar el patrón de esta reconstrucción de estados con el modelo de propagación de entrelazamiento cuántico propuesto por Cardy y Calabrese en [1]. Además, conseguimos simular numéricamente la evolución de la métrica, en el sistema gravitatorio asintóticamente AdS<sub>4</sub>, más allá de la primera aparición del horizonte aparente, llegando incluso a ver la formación del agujero negro con toda la masa disponible en el sistema. Este resultado, junto a las diferencias destacables que encontramos entre perfiles del campo escalar anchos y estrechos, nos permitió identificar procesos distintos de aproximación al equilibrio en la teoría cuántica dual. Por otro lado, la identificación de las magnitudes  $t_{\text{rev}}$ , el tiempo al que la EE recuperaba su valor inicial, y  $t_{\text{deph}}$ , el tiempo al que la EE alcanzaba su valor térmico, posibilitó relacionar la fenomenología que encontramos holográficamente con algunos sistemas cuánticos conocidos. Además, el haber trabajado dos sistemas similares en dimensionalidades distintas, nos abrió la puerta a realizar una comparación de las distintas formas de aproximación al equilibrio en estos dos casos, permitiéndonos relacionar algunos aspectos con el distinto grupo de simetrías de las teorías conformes en  $1+1$  y  $2+1$  dimensiones.

El tercer sistema que estudiamos holográficamente en esta tesis, fue un sistema de campos cuánticos a acoplo fuerte con un “mass gap”, que vivía en un espacio no compacto de  $1+1$  dimensiones. Para modelizar gravitatoriamente este sistema, utilizamos un espacio-tiempo asintóticamente AdS<sub>3</sub>, acoplado a un campo escalar sin masa, y con una pared rígida. La presencia de esta pared en el sistema, nos permitió obtener fácilmente reconstrucciones del estado inicial en la teoría dual. Además, posibilitó la modelización de nuevos “quenches” en la teoría dual con los que observamos un intercambio de energía entre el campo escalar sin masa y la pared rígida, manteniéndose la energía total del sistema constante. El estudio de estos “quenches”, nos llevó a realizar una comparación cualitativa con el modelo de Schwinger masivo estudiado en [2]. Usando esta comparación, conseguimos relacionar cualitativamente determinadas métricas

concretas con estados específicos de la teoría cuántica dual.

[1] P. Calabrese and J. L. Cardy, *J. Stat. Mech.* 0504, P04010 (2005)

doi: 10.1088/1742-5468/2005/04/P04010 [cond-mat/0503393].

[2] B. Buyens, J. Haegeman, K. Van Acoleyen, H. Verschelde and F. Verstraete, *Phys. Rev. Lett.* 113, 091601 (2014) doi:10.1103/PhysRevLett.113.091601