

Usando grafos de visibilidad para caracterizar plasmas turbulentos no maxwellianos.

Sebastián Saldivia^{1*}, Denisse Pastén¹, Pablo Moya¹

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
*sebastian.saldivia@ug.uchile.cl

Introducción

Uno de los desafíos fundamentales abiertos en física de plasmas es cuantificar el rol de las distribuciones de partículas, y la partición de energía entre el plasma y la turbulencia electromagnética en ambientes débilmente colisionales. En general, el plasma se encuentra fuera del equilibrio termodinámico y suele representarse por funciones de distribución no térmicas, entre ellas las distribuciones Kappa. En un plasma con temperatura finita, el movimiento aleatorio de las partículas cargadas que componen el plasma produce un nivel finito de fluctuaciones electromagnéticas, incluso en ausencia de energía libre. Estas fluctuaciones, conocidas como ruido cuasi-térmico, pueden explicarse mediante una generalización del Teorema de Fluctuación-Disipación y han sido estudiadas en el caso de sistemas de plasma térmicos y no térmicos. Resultados recientes han demostrado que el nivel de fluctuaciones en los plasmas, incluidas las partículas supra-térmicas que siguen una distribución Kappa, se incrementa con respecto a plasmas en equilibrio termodinámico (Viñas et al., 2014).

En este trabajo, caracterizamos las fluctuaciones magnéticas de un plasma térmico o no térmico simulados con técnicas de partículas en celda, analizándolos empleando métodos de redes complejas. En particular, usamos el método de grafos de visibilidad (Lacasa et al., 2009). Este método permite mapear una serie de tiempo en una red compleja bajo un principio geométrico de visibilidad. En este sentido, el algoritmo podría considerarse como una transformada geométrica de la serie de tiempo en la que se descompone la serie visibilizando las conexiones entre sus puntos, formando un tejido particular que representa la serie temporal como un objeto geométrico. Recientemente Acosta-Tripailao et al., (2021) mostró que el llamado Grafo de visibilidad horizontal permite distinguir el nivel de reversibilidad de las series de tiempo asociadas a fluctuaciones magnéticas asociadas a distribuciones Maxwellianas y Kappa. Sobre las fluctuaciones de plasmas descritos por distribuciones tipo Kappa estudiaremos la variación de esta caracterización según parámetros como el beta de un plasma, entendido como la razón de la presión del plasma con la presión magnética. Así, proponemos generalizar el algoritmo usando grafos de visibilidad que han demostrado ser de utilidad para caracterizar la complejidad y fractalidad de series de tiempo.

Agradecimientos: Agradecemos el apoyo del proyecto FONDECYT 1191351

Referencias

- [1] Acosta-Tripailao, B., Pastén, D., and Moya, P. S., *Entropy*, 23, 470, 2021.
- [2] Lacasa, L., Luque, B., Luque, J., and Nuño., J., *Eur. Phys. J.*, 86, 30001, 2009.
- [3] Viñas A.-F., Moya, P. S., Navarro, E., and Araneda. J. A., *Phys. Plasmas*, 21, 012902, 2014.