

Movilidad e Interacción de breathers en Redes de Schrödinger no lineales

J.Gomez-Gardeñes*, F.Falo**, L.M. Floria***

Dept. Física de la Materia Condensada e Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos
Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza

Dept. Teoría y Simulación de Sistemas Complejos. Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón
C.S.I.C-Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza

El estudio de la movilidad de soluciones localizadas en redes de Schrödinger no lineales es de gran interés debido a su aplicación a campos de la Física como condensados de Bose-Einstein¹ y transmisión de pulsos en dispositivos de óptica no lineal². La ecuación que describe la dinámica en tales sistemas es la conocida ecuación de Schrödinger no lineal discreta (DNLSE). Los intentos de encontrar soluciones móviles intrínsecamente localizadas en esta ecuación se han basado en el estudio perturbativo^{5,6} de las soluciones móviles de otra ecuación no lineal, la ecuación de Ablowitz-Ladik (ALE)³, que es integrable y se puede deformar, destruyendo la integrabilidad, hacia la DNLSE.

Nuestro trabajo ha consistido en continuar las soluciones móviles del límite integrable de la ALE hacia la DNLSE, siguiendo el camino propuesto por Salerno⁴. Un breather móvil presenta dos escalas de tiempo: el periodo de su oscilación interna T_b y, debido a la discretitud, la dada por su velocidad τ_b . El algoritmo de continuación exige a la nueva solución fuera del límite integrable poseer las mismas escalas de tiempo que la solución continuada en el límite integrable. Este procedimiento requiere que ambas escalas de tiempo sean conmensuradas $T_b/\tau_b = p/q$, de forma que partimos de conjuntos de soluciones etiquetados por la relación p/q entre estas escalas. En cada conjunto p/q , una solución concreta de periodo T_b^* y velocidad $1/\tau_b^*$ se continua, fuera de la integrabilidad, a otra que posea los mismos valores de estas magnitudes.

Las soluciones encontradas fuera del límite integrable presentan un background extendido formado por una superposición de fonones cuyos números de ondas satisfacen una relación de resonancia que damos explícitamente. Una vez analizada la estructura del background se estudia el papel desarrollado por éste en el régimen no integrable y su contribución a fenómenos como la interacciones entre breathers.

La existencia de este background esta intrínsecamente relacionado con la emergencia, en la imagen de variables colectivas, de una barrera de Peierls Nabarro. Computaciones numéricas del valor esta barrera para la solución con y sin fonones evidencian que el background la disminuye, ayudando al breather en su movimiento. Así mismo se observa como la intensidad del background crece conforme esta barrera se desarrolla al aumentar la no integrabilidad en el camino a la DNLSE.

La fenomenología observada en las interacciones entre las soluciones encontradas dependen enormemente de la existencia del background, dando lugar a escenarios no presentes en las cercanías del límite integrable. Se encuentran dos tipos de interacciones: colisiones de los centros localizados, don-

de se obtienen resultados similares a los presentados en⁷, e interacción a distancia entre los centros. Estos dos tipos de interacción dependen de fenómenos de reflexión y transmisión del background por los centros localizados planteando un problema de scattering de breathers móviles y fijos por fonones que es el que se abordará.

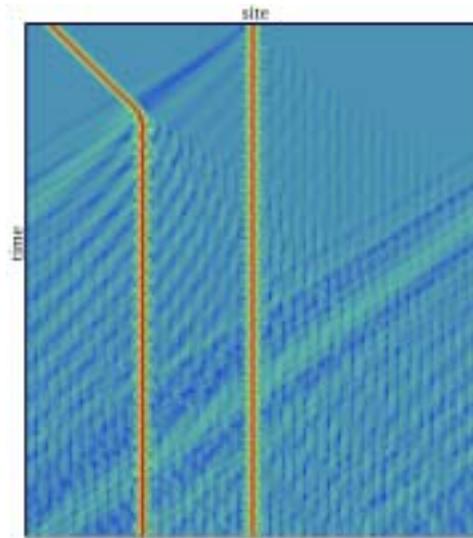


Figura 1. Interacción a distancia de un breather móvil con uno fijo. La interacción se efectúa vía la reflexión del background del móvil en el fijo.

¹ F.S. Cataliotti *et al*, Science **293** 843 (2001); A. Smerzi *et al*, Phys. Rev. Lett. **89** 170402 (2002); F. Dalfovo, Rev. Mod. Phys. **71** 463 (1999).

² J.W. Fleischer *et al*, Nature **422** 147 (2003).

³ M.J. Ablowitz and J.F. Ladik, Stud. Appl. Math. **55** 213 (1976); J. Math. Phys. **17** 10011 (1976).

⁴ M. Salerno, Phys. Rev. A **46** 6856 (1992); A.C. Scott, Nonlinear Science, OUP, Oxford (1999).

⁵ D.B. Duncan, J.C. Eilbeck *et al*, Physica D **68** 1 (1993).

⁶ D. Cai, A. R. Bishop and N. Gronbeck-Jensen, Phys. Rev. Lett. **72** 591 (1994); Phys. Rev. E **53** 4131 (1996).

⁷ D. Cai, A. R. Bishop and N. Gronbeck-Jensen, Phys. Rev. E **56** 7256 (1997).

* gardenes@posta.unizar.es

** fff@posta.unizar.es

*** floria@posta.unizar.es