

## Caos espacio-temporal en un experimento convectivo 1D

M.A. Miranda\*, J.Burguete†  
 Departamento de Física y Matemática Aplicada  
 Universidad de Navarra  
 E-31080 Pamplona

En el estudio de la dinámica no lineal de sistemas disipativos fuera del equilibrio termodinámico, entender la transición al caos espacio-temporal en los sistemas extensos es un tema de gran interés. En el proceso de transición al estado desordenado pueden aparecer desdoblamientos de frecuencia: experimentalmente encontramos evidencias de transición por biperiodicidad en sistemas de flujo confinado como en el experimento de Taylor-Dean<sup>3</sup> y en el de electroconvección en cristales líquidos<sup>2</sup>. Teóricamente en sistemas unidimensionales encontramos antecedentes en Hohenberg y Shraiman<sup>1</sup> para sistemas unidimensionales.

En este trabajo estudiamos experimentalmente una cascada de bifurcaciones en un sistema termoconvectivo 1D hacia un estado donde se ha producido un desdoblamiento en frecuencias y números de onda. El experimento consiste en un canal de base rectangular (470 mm x 60 mm) que contiene un fluido ( $Pr = 75$ ) abierto a la atmósfera y sometido a un calentamiento  $T_c$  en su base inferior situado en el centro y a lo largo de una línea en la dirección  $x$ . Los parámetros de control son el espesor de la capa de fluido  $d$  y la diferencia de temperaturas vertical  $\Delta T_v$ . A cada estado asintótico del sistema ( $d, \Delta T_v$ ) le corresponde un diagrama espacio-temporal característico  $S(x, t)$  a partir del cual obtenemos las amplitudes  $\mathcal{A}_j$ , los números de onda  $k_j$  y las frecuencias  $\omega_j$  de cada modo fundamental de Fourier  $M(k_j, \omega_j)$ .

Este sistema manifiesta una gran diversidad de patrones en el espacio de las fases<sup>4</sup>. Para pequeños espesores ( $d = 3$  mm) el estado inicial es celular estacionario (ST) con número de onda  $\lambda_s \approx 2d$ . Cuando  $\Delta T_v \uparrow$ , el sistema experimenta una bifurcación secundaria, a  $\Delta T_{vc1}$ , hacia un estado mixto constituido por dominios localizados a modo de islas en régimen oscilatorio (ALT), éstos coexisten con el patrón de base ST (Fig.2(a)). Estos dominios localizados desestabilizan localmente el estado ST y tienen fronteras fluctuantes para un amplio rango de  $\Delta T_v$  que acaban por colapsar. A medida que aumentamos  $\Delta T_v$  las fronteras fluctuantes se saturan con la consiguiente formación de uno o dos dominios de gran coherencia espacio-temporal. A partir de un nuevo valor crítico del parámetro de control  $\Delta T_{vc2}$  se produce una nueva bifurcación secundaria por desdoblamiento espacio-temporal de los modos contrapropagativos  $M_{1,2v\pm}$ . Este patrón por su particular geometría en zig-zag se designa por ZZ (Fig.1). La demodulación compleja de los modos desdoblados evidencia la existencia del fenómeno de batidos así como la naturaleza supercrítica de esta bifurcación (Fig.2(b)).

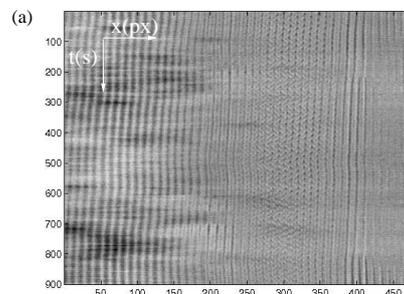


Figura 1. Diagrama espacio-temporal  $S(x, t)$  en el régimen ZZ.

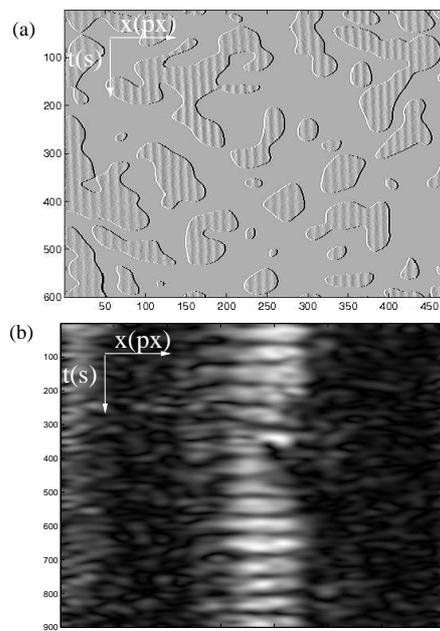


Figura 2. (a) Régimen mixto ST/ALT donde el estado de base ST ha sido filtrado; (b) Régimen ZZ obtenido por demodulación compleja.

\* montse@fisica.unav.es

† javier@fisica.unav.es

<sup>1</sup> P. C. Hohenberg, B. I. Shraiman *Physica D* **37** (1989) 109.

<sup>2</sup> L. Pastur, M. Henriot, R. Ribotta *Phys. Rev. Lett.* **86** (2001) 228.

<sup>3</sup> P. Bot and O. Cadot and I. Mutabazi *Phys. Rev. E*, **58** (1998) 3089.

<sup>4</sup> M.A. Miranda, J. Burguete to be submitted to *Eur. Phys. J. B* (2008), J. Burguete and D. Maza and H.L. Mancini *Physica D* **174** (2003) 56.