

# Influencia de una mezcla inhomogenea en un fluido activo químicamente

Vicente Pérez Muñuzuri\* y Guillermo Fernández García

Grupo de Física No Lineal. Facultad de Físicas  
Universidad de Santiago de Compostela  
15782 Santiago de Compostela

El mezclado no homogéneo es típico de la mayoría de los sistemas naturales. Los fluidos no-newtonianos son un ejemplo de este comportamiento donde los parámetros reológicos juegan un papel importante en la calidad de la mezcla<sup>1</sup>. Por otra parte, en los fluidos newtonianos la existencia de reacciones químicas en el fluido pueden modificar las propiedades de la mezcla. Existen ejemplos como la contaminación atmosférica transportada por el viento<sup>2</sup>, o las poblaciones de plankton oceánico<sup>3</sup>, entre otros, donde la presencia de reacciones químicas y sus efectos en la mezcla no pueden ignorarse. A mayores, la presencia de inhomogeneidades de origen estructural (condiciones de contorno) o no uniformidades en ciertos parámetros externos (densidad, temperatura, etc) también modifican las características de la mezcla.

Para estudiar estos efectos se ha simulado un fluido inhomogéneo activo químicamente mediante un flujo de cizalla modulado por un ruido Gaussiano correlacionado espacio-temporalmente<sup>4</sup>. Los parámetros principales del modelo son la frecuencia de mezclado del flujo de cizalla  $\nu_f$ , y la intensidad del ruido  $\sigma$ .

La Figura muestra el resultado principal de estas simulaciones. El periodo medio entre dos ondas consecutivas tiene un máximo para un valor intermedio de la intensidad de ruido. El valor máximo decrece al aumentar la frecuencia de mezclado. Este máximo coincide un patrón espacio-temporal intermedio entre una estructura donde los frentes están bien definidos (ver fila inferior en la Figura) y una estructura donde sólo permanecen puntos excitados con una frecuencia de excitación alta.

La existencia de este valor máximo puede considerarse relacionada con una transición inducida por ruido de acuerdo con el modelo de bandas,

$$\dot{\omega} = -\bar{\lambda} [1 + \eta(t)] \omega + \mu \quad (1)$$

donde  $\omega$  es el tamaño de los filamentos, y  $\eta(t)$  es un ruido Gaussiano blanco con correlación  $\langle \eta(t)\eta(t') \rangle = 2\sigma^2\delta(t-t')$ . La intensidad de ruido en la transición viene dada por,  $\sigma_c \propto \bar{\lambda}^{-3/2}$  con  $\bar{\lambda}$  el exponente de Lyapunov medio.

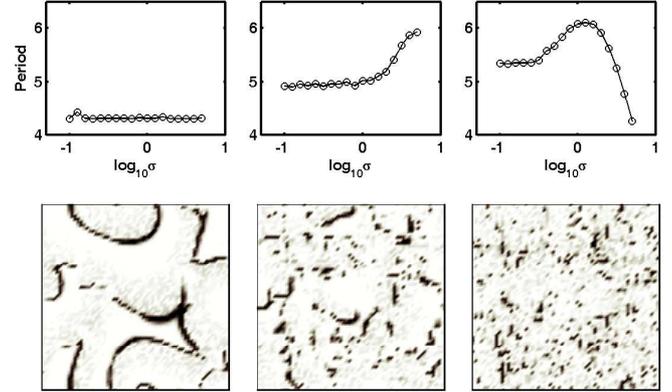


Figura 1. (Fila superior) Comportamiento del periodo medio como función de la intensidad de ruido para tres frecuencias de mezclado. De izquierda a derecha,  $\log_{10} \nu_f = -2.0$ ,  $\log_{10} \nu_f = -0.5$  and  $\log_{10} \nu_f = 0$ , respectivamente. (Fila inferior) Estructuras espacio-temporales obtenidas para diferentes valores de la intensidad de ruido ( $\log_{10} \nu_f = 0$ ).

Finalmente se presentarán resultados en función de los exponentes de Lyapunov (FSLE) de tamaño finito que complementan los resultados anteriores.

\* vicente.perez@cesga.es

<sup>1</sup> P.D. Anderson, O.S. Galaktionov, G.W.M. Peters, F.N. van de Vosse, and H.E.H. Meijer, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* **93**, 265 (2000).

<sup>2</sup> A. Wonhas and J.C. Vassilicos, *Phys. Rev. E* **65**, 051111 (2002); D. Poppe and H. Lustfeld, *J. Geophys. Res.* **101**, 14373 (1996).

<sup>3</sup> E.R. Abraham, *Nature* **391**, 577 (1998); E.R. Abraham *et al.*, *Nature* **407**, 727 (2000).

<sup>4</sup> V. Pérez-Muñuzuri and G. Fernández-García, *Phys. Rev. E* **75**, 046209 (2007); V. Pérez-Muñuzuri and G. Fernández-García, Submitted *Phys. Rev. E* (2007).