Dinámica de Escala de las Superficies no Euclídeas

Carlos Escudero*
Mathematical Institute
University of Oxford
24-29 St. Giles'
Oxford OX1 3LB
United Kingdom

El crecimiento de superficies es un fenómeno omnipresente en la naturaleza. Podríamos mencionar la propagación de llamas, frentes de humidificación, crecimientos de colonias bacterianas o deposición de películas como ejemplos de sistemas ya investigados en este contexto. Todos estos procesos, aunque aparentemente son muy distintos, han sido estudiados dentro del mismo marco teórico: la dinámica de escala[1]. La dinámica de escala caracteriza a las superficies en crecimiento mediante conjuntos de exponentes críticos, que codifican información a cerca de la morfología y la dinámica de la interfaz. Fenómenos diferentes con los mismos exponentes críticos se dice que pertenecen a la misma clase de universalidad. Por tanto, la clasificación en términos de las distintas clases de universalidad nos permite identificar que dinámicas interfaciales tienen los mismos mecanismos físicos, independientemente de su origen concreto. Sin embargo, a pesar de sus numerosos éxitos, existen varias limitaciones en los análisis de escala realizados hasta ahora. Dos ejemplos son las hipótesis habituales sobre la geometría euclídea de la superficie y la invariabilidad de su tamaño en el transcurso del tiempo. Debido a los importantes ejemplos de superficies que violan dichas simetrías, la extensión del análisis de escala a estos casos ha sido considerada como uno de los principales problemas abiertos en este contexto[2].

El estudio teórico del crecimiento radial fuera del equilibrio aparece ya con los modelos de Eden[3]; sin embargo, el uso de ecuaciones estocásticas de crecimiento ha sido incorporado sólo más recientemente. El origen es posiblemente el desarrollo de la ecuación de Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) en una forma que es invariante a la reparametrización[4]. Tras él, han aparecido trabajos enfocados al estudio de la ecuación KPZ en una geometría radial[5,6], y de la ecuación de Mullins-Herring en geometrías radial y esférica[7,8]. La dinámica de escala de estas superficies posee unas características que la hacen completamente diferente de su recíproco euclídeo. Una de las diferencias más acusadas es la existencia de una dimensión crítica, $d_c = 1$, por encima de la cual todas las interfaces son planas. Por tanto, la rugosidad cinética se ve reducida a un fenómeno intrínsicamente unidimensional, caracterizado por una amplitud marginal de las fluctuaciones. Más aún, aquellos modelos afectados por una propagación sub-balística de las correlaciones, un conjunto que incluye a las ecuaciones estocásticas de crecimiento más comunes, sufren una pérdida de correlación a lo largo de la interfaz, y su dinámica se reduce a la del modelo de deposición aleatoria asintóticamente en el tiempo. Las consecuencias de estos hechos pueden ser dramáticas en determinados casos, y se hace necesario volver a interpretar los resultados experimentales existentes con las nuevas herramientas del análisis de escala no euclídeo.

---

* escudero@maths.ox.ac.uk

1 A.-L. Barabási y H. E. Stanley, *Fractal Concepts in Surface Growth*. Cambridge University Press, Cambridge (1995).

2 R. Cuerno y L. Vázquez, en *Advances in Condensed Matter and Statistical Physics*, E. Korutcheva y R. Cuerno (editores). Nova Science Publishers, New York (2004).

3 M. Eden, en *Symposium on Information Theory in Biology*, H. P. Yockey (editor). Pergamon, New York (1958).

4 A. Maritan, F. Toigo, J. Koplik y J. R. Banavar, Phys. Rev. Lett. **69**, 3193 (1992).

5 R. Kapral, R. Livi, G.-L. Oppo y A. Politi, Phys. Rev. E **49**, 2009 (1994).

6 M. T. Batchelor, B. I. Henry y S. D. Watts, Physica A **260**, 11 (1998).

7 C. Escudero, Phys. Rev. E **73**, 020902(R) (2006).

8 C. Escudero, Phys. Rev. E **74**, 021901 (2006).