

Búsqueda aleatoria en el espacio: ¿qué papel juegan los mecanismos de detección?

Daniel Campos^{1,*}, Vicenç Méndez¹, Frederic Bartumeus²

¹Grupo de Física Estadística. Universidad Autónoma de Barcelona 08193 Bellaterra, Barcelona

²Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC), Accés Cala Sant Francesc 14, 17300 Blanes, Girona

Existen numerosos procesos en la naturaleza en los cuales una partícula (Browniana, por ejemplo) o un individuo describen una trayectoria aleatoria hasta alcanzar un determinado objetivo (un reactivo en el caso de reacciones químicas, una fuente de alimento en el caso de microorganismos o animales más complejos, etc).

Cuando las propiedades del sistema hacen que el tiempo característico necesario para alcanzar ese objetivo sea relativamente largo comparado con las escalas de tiempo de transporte (por ejemplo, el tiempo medio entre colisiones o tiempo de persistencia) podemos interpretar dichos procesos en términos de una "búsqueda aleatoria" en el espacio. En estas situaciones resulta útil el cálculo de tiempos de *primer paso*, probabilidades de supervivencia, y otras magnitudes que han sido largamente estudiadas en la literatura desde la física estadística^{1,2}.

Un aspecto que sin embargo ha quedado relativamente olvidado es el papel que los mecanismos de detección juegan dentro de este proceso. Por lo general la hipótesis de partida suele ser la de que la reacción o la detección se producen de forma automática cuando la partícula alcanza la posición del objetivo. Sin embargo, esta "detección perfecta" está muy lejos de ser realista para muchos problemas particulares en los cuales las restricciones externas, la capacidad de la partícula para *reconocer* su objetivo, o los mecanismos de *protección* que éste pueda emplear pueden comprometer el éxito de dicha búsqueda.

En la presente contribución presentaremos un modelo mesoscópico³⁻⁵ que permite estudiar las propiedades es-

tadísticas de estos procesos de búsqueda *imperfecta*, aplicable a cualquier tipo de restricción y/o mecanismo de detección. En particular, veremos que como consecuencia de esas restricciones aparecen nuevos paradigmas que nos obligan a replantear las estrategias óptimas que una partícula debería usar para minimizar su tiempo medio de búsqueda.

Finalmente, discutimos el posible interés de este tipo de problemas, así como los correspondientes retos teóricos y experimentales que se plantean, de cara a su posible aplicación en la optimización de procesos de búsqueda en organismos superiores, particularmente en humanos.

* daniel.campos@uab.es

¹ S. Redner, *A Guide to First-Passage Processes* (Cambridge University Press, Cambridge, 2001).

² R. Metzler, G. Oshanin, S. Redner (eds.) *First-passage phenomena and their applications*. (World Scientific, Singapore, 2013).

³ D. Campos, V. Méndez, F. Bartumeus. *Phys. Rev. Lett.* 108, 028102 (2012).

⁴ D. Campos, F. Bartumeus, V. Méndez. *Phys. Rev. E* 88, 022101 (2013).

⁵ V. Méndez, D. Campos, F. Bartumeus. *Stochastic Foundations in Movement Ecology: anomalous diffusion, front propagation and random searches*. (Springer-Verlag, Berlin, 2013).