

Procesos de reacción-difusión y diseño de estrategias de control epidemiológico

Pablo Valgañón^{1,2}, A. Arenas³, D. Soriano-Paños^{2,4} and Jesús Gómez-Gardeñes^{1,2}

¹Departamento de Física Materia de la Condensada, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, España.

²GOTHAM Lab - Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos, Universidad de Zaragoza, 50018 Zaragoza, España.

³Departamento de Ingeniería Informática y Matemáticas, Universidad Rovira i Virgili, 43007 Tarragona, España.

⁴Instituto Gulbenkian de Ciencia (IGC), Oeiras, Portugal.

El análisis de los procesos de contagio-difusión en metapoblaciones es una poderosa herramienta teórica para estudiar cómo influye la movilidad humana en la propagación de enfermedades transmisibles [1] y, en particular, analizar el impacto que los patrones recurrentes de movilidad y la distribución espacial de agentes tienen en el desarrollo de epidemias en grandes áreas urbanas [2, 3]. Asimismo, este tipo de modelos es especialmente valioso para diseñar estrategias de control y mitigación de brotes epidémicos con intervenciones no farmacológicas [4] o que hagan uso de recursos limitados [5].

En este trabajo proponemos un marco metapoblacional en el que incorporamos la naturaleza distinguible de los agentes en lo que respecta tanto a su residencia como a su destino habitual [6]. El modelo propuesto permite tanto un cálculo rápido del patrón espacio-temporal de la trayectoria epidémica como el cálculo analítico del umbral epidémico. Este umbral se calcula como el radio espectral de una matriz de mezcla que engloba la distribución residencial y los patrones específicos de desplazamiento de los agentes. Demostramos que la simplificación de individuos indistinguibles sobreestima el valor del umbral epidémico. Finalmente, mostraremos la utilidad que la adición de la distinguibilidad tiene a la hora de diseñar estrategias de control y vigilancia epidemiológica en entornos urbanos en los que es preciso identificar aquellos puntos de control que maximicen nuestra capacidad de detección mediante recursos limitados.

- [1] D. Soriano-Paños, W. Cota, S.C. Ferreira, G. Ghoshal, A. Arenas, and J. Gómez-Gardeñes, *Modeling communicable diseases, human mobility and epidemics: a review*, *Annalen der Physik* **2022**, 2100482 (2022).
- [2] J. Gómez-Gardeñes, D. Soriano-Paños, and A. Arenas, *Critical regimes driven by recurrent mobility patterns of reaction-diffusion processes in networks*, *Nature Physics* **14**, 391-395 (2018).
- [3] D. Soriano-Paños, L. Lotero A. Arenas, and J. Gómez-Gardeñes, *Spreading processes in multiplex metapopulations containing different mobility networks*, *Physical Review X* **8**, 031039 (2018).
- [4] A. Arenas, W. Cota, J. Gómez-Gardeñes, S. Gómez, C. Granell, J.T. Matamalas, D. Soriano-Paños, and B. Steinegger, *Modeling the Spatiotemporal Epidemic Spreading of COVID-19 and the Impact of Mobility and Social Distancing Interventions*, *Physical Review X* **10**, 041055 (2020).
- [5] A. Reyna-Lara, D. Soriano-Paños, J.H. Arias, H.J. Martínez, and J. Gómez-Gardeñes, *A metapopulation approach to identify targets for Wolbachia-based Dengue control*, *CHAOS* **32**, 041105 (2022).
- [6] P. Valgañón, D. Soriano-Paños, A. Arenas, and J. Gómez-Gardeñes, *Contagion-diffusion processes with recurrent mobility patterns and distinguishable agents*. *CHAOS* **32**, 043102 (2022).