



# Redes complejas en la dinámica social

El modelo de Axelrod

Cristina Gila Vílchez



# ÍNDICE

- Introducción
- Modelo de diseminación cultural de Axelrod
- Resultados
- Variaciones del modelo
  - Manzana podrida
  - Propaganda masiva
- Conclusiones

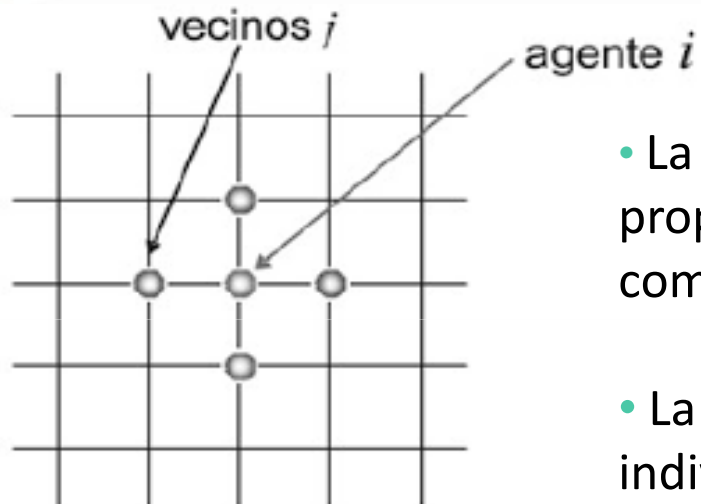


# INTRODUCCIÓN

- Algunos fenómenos sociales pueden ser modelados mediante modelos matemáticos y tienen analogías con fenómenos físicos.
- Como ejemplo puede indicarse que el comportamiento global de una sociedad no es reducible a la psicología individual de sus componentes.
- El problema sociológico en general es entender cómo el comportamiento colectivo humano emerge de las motivaciones individuales de las personas.
- Si cuando las personas interaccionan y se relacionan tienden a hacerse más parecidas en sus creencias, actitudes y comportamientos, ¿por qué no desaparecen con el tiempo las diferencias culturales?



# MODELO DE AXELROD



- La probabilidad de interacción entre individuos es proporcional al número de atributos culturales que comparten
  - La interacción aumenta la similitud cultural entre individuos.
- Se define una red cuadrada bidimensional y a cada nodo de la red se asocia un vector de  $F$  componentes, cada una de las cuales puede tomar  $q$  valores. Ej:  $F=3$ ,  $q=2$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$





# MODELO DE AXELROD

- Se selecciona al azar un elemento  $i$  del sistema (elemento activo).
- Se selecciona al azar un elemento  $j$  perteneciente al entorno inmediato de  $i$  (vecinos más próximos).
- Se calcula la similitud cultural entre  $i$  y  $j$  definida por:

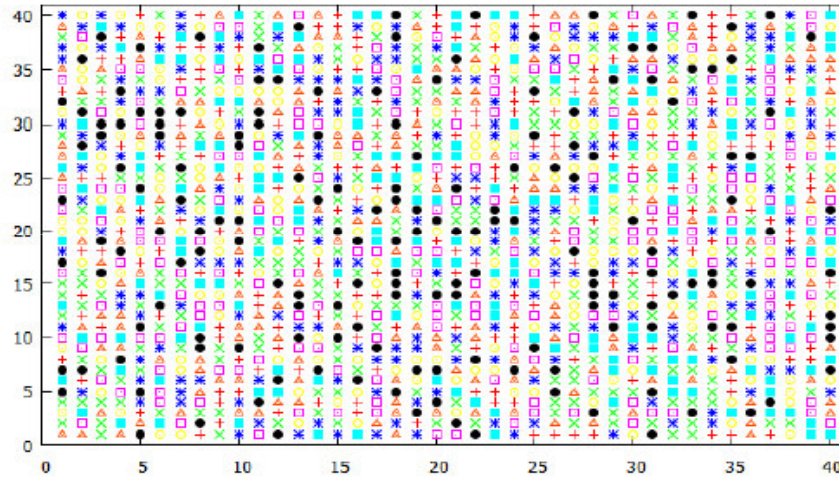
$$l(i, j) = \sum_{f=1}^F \delta_{\sigma_{if}, \sigma_{jf}}$$

- Si  $0 < l(i, j) < F$  los elementos  $i, j$  interactúan con probabilidad  $l(i, j)/F$ .
- En caso de interacción, se escoge un  $h$  al azar tal que  $\sigma(ih) < \sigma(jh)$  y se asigna  $\sigma(ih) = \sigma(jh)$ .



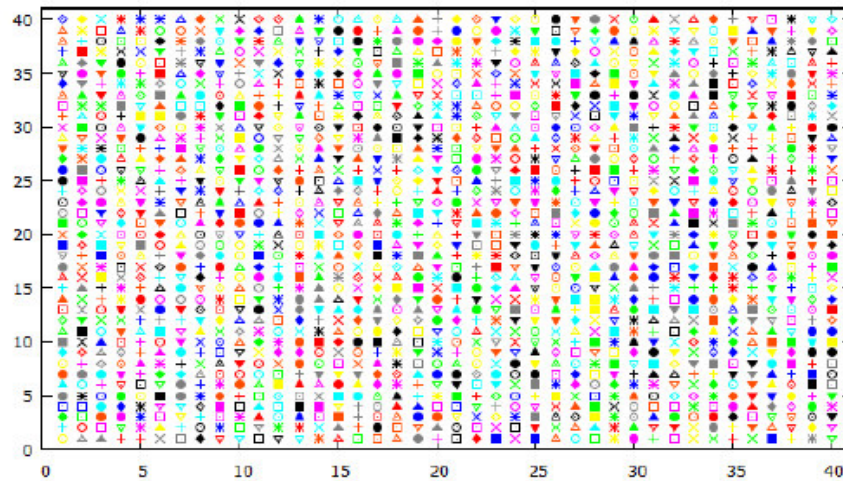
# RESULTADOS

- Estados iniciales del sistema:



- $F=3, q=2$

- $F=3, q=5$

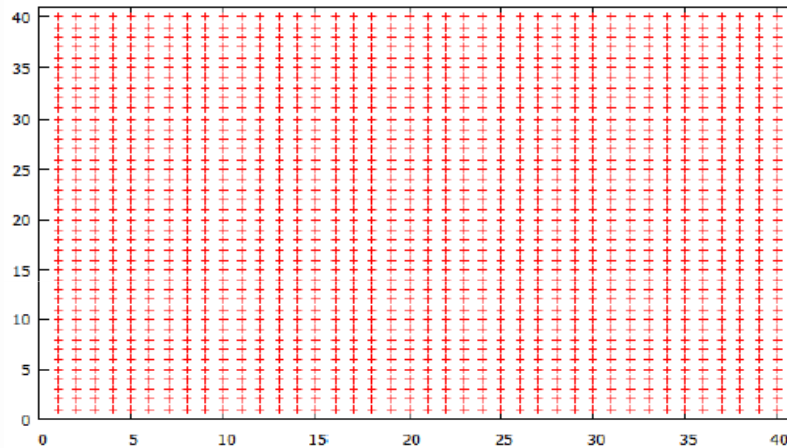




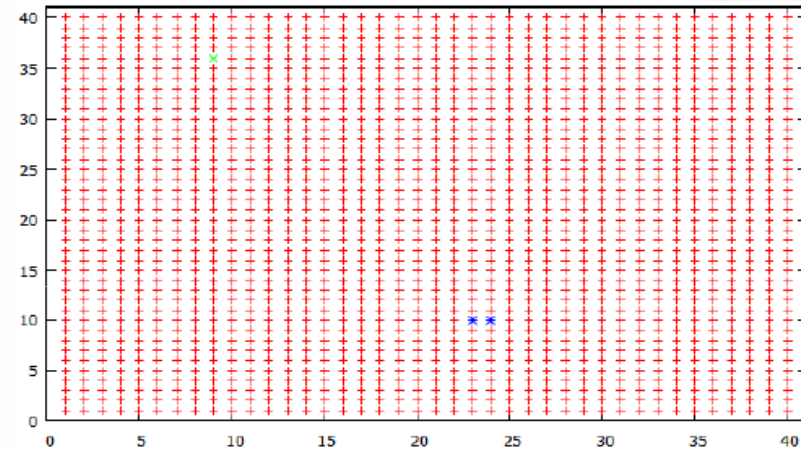


# RESULTADOS

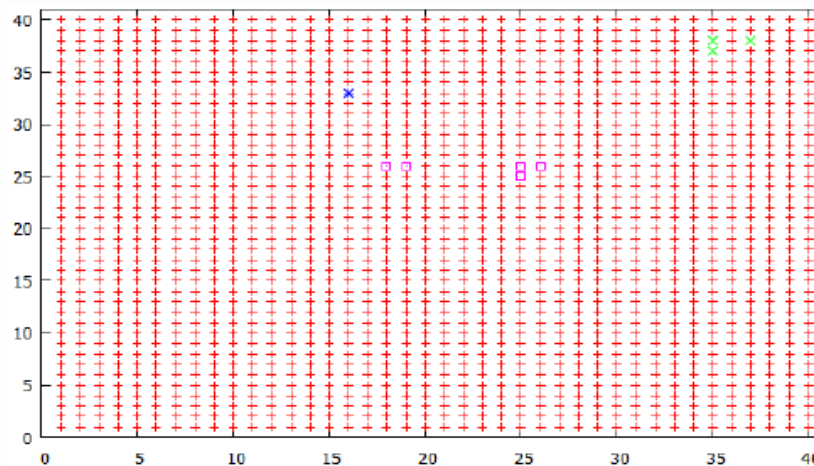
- Estados finales del sistema:



- $F=3, q=2$



- $F=3, q=5$

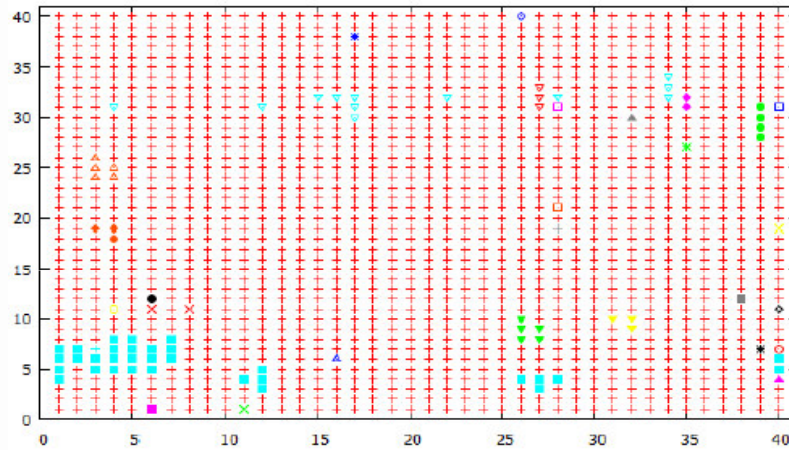


- $F=3, q=10$

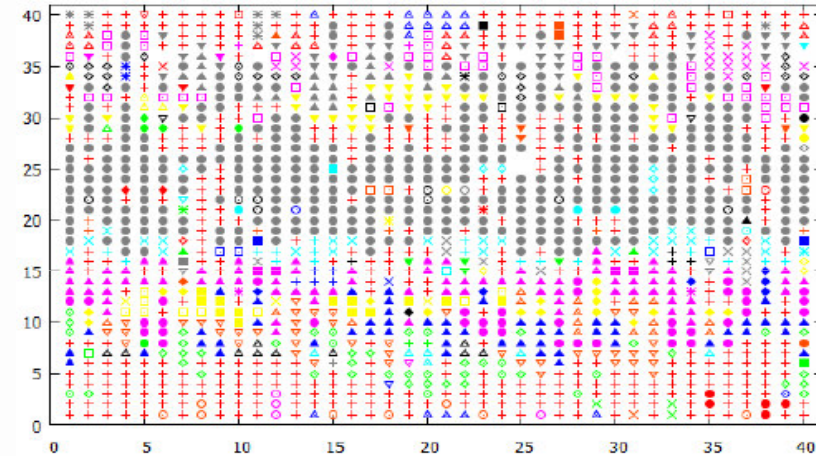


# RESULTADOS

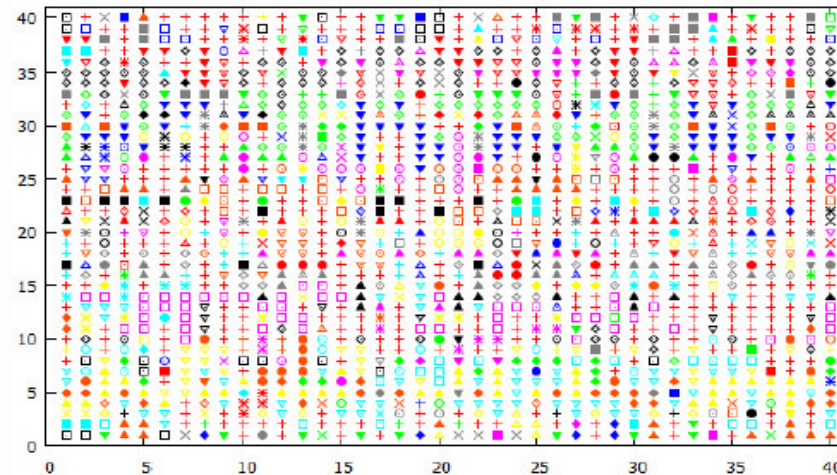
• F=3, q=20



• F=3, q=30



• F=3, q=40







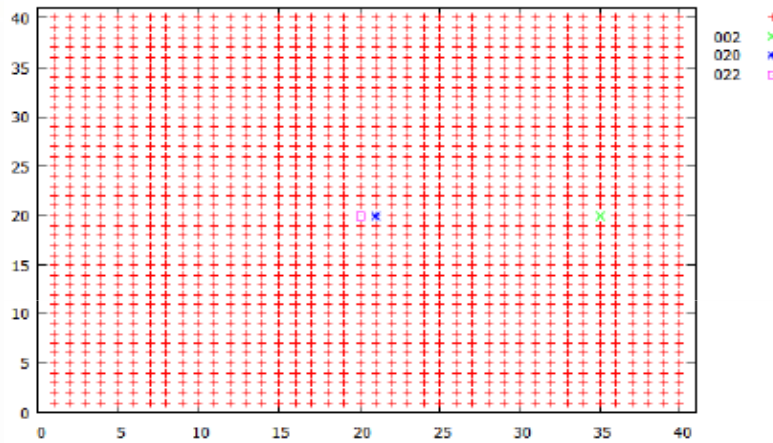
# RESULTADOS

- Para valores pequeños de  $q$ , el sistema evoluciona hacia un estado ordenado, culturalmente homogéneo (monocultural).
- Para valores de  $q$  mayores que un cierto valor crítico  $q_0$ , el sistema alcanza un estado multicultural.
- Si se aumenta el número de atributos  $F$ , manteniendo  $q$  fijo, no se incrementa la tendencia hacia la multiculturalidad. De hecho, ocurre lo contrario.
- Presencia de una transición de fase orden-desorden, análoga a otras transiciones observadas en diversos sistemas físicos.

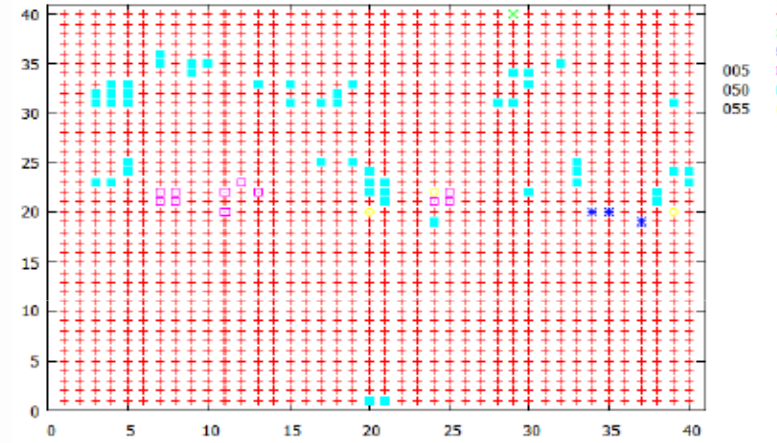


# MANZANA PODRIDA

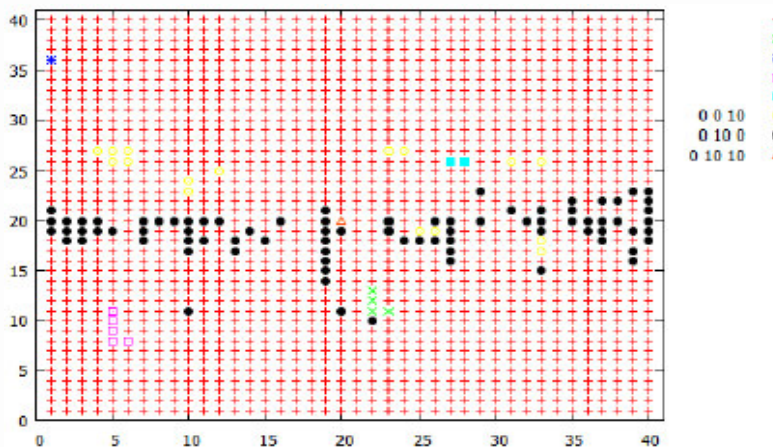
•  $F=3, q=2$



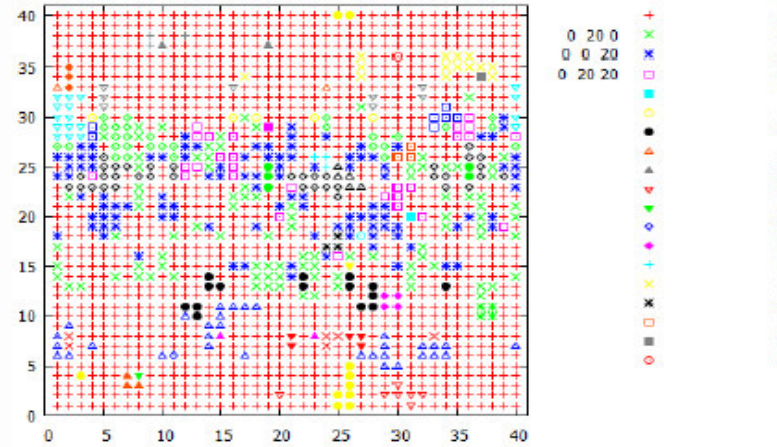
•  $F=3, q=5$



•  $F=3, q=10$



•  $F=3, q=20$





# MANZANA PODRIDA

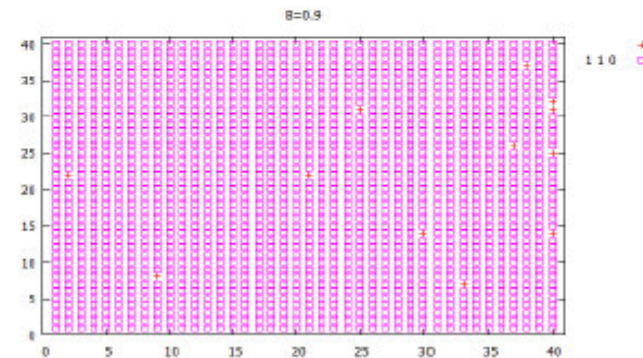
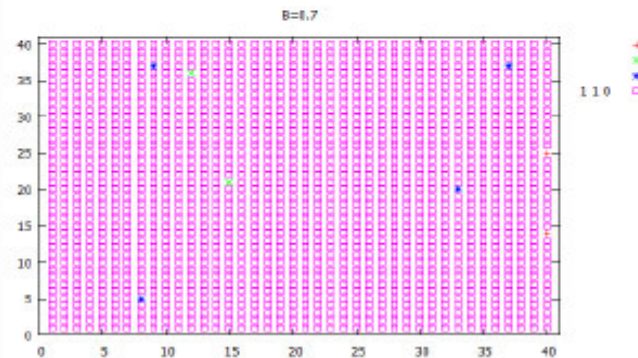
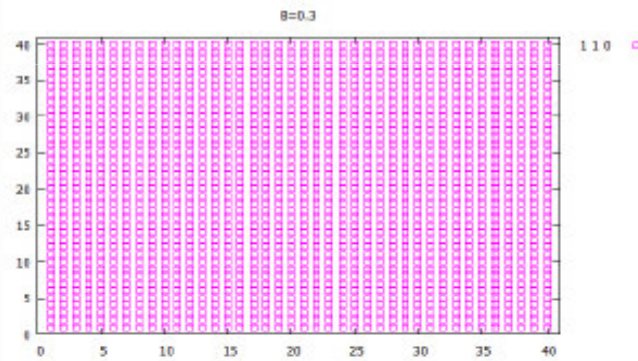
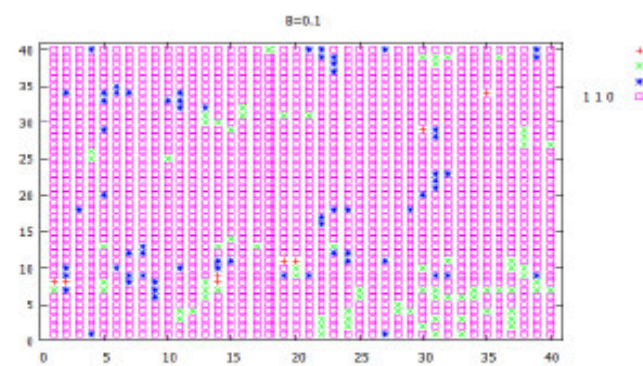
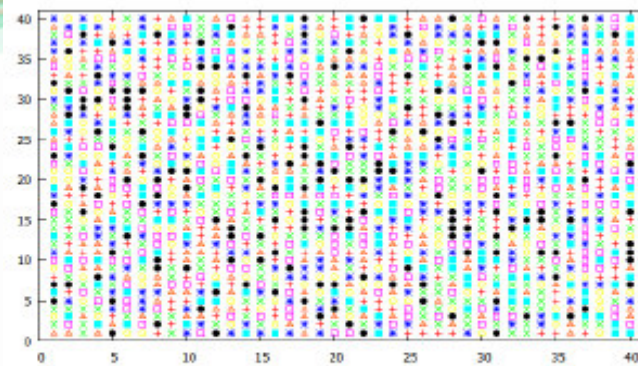
- Conservando los principios básicos de interacción del modelo de Axelrod, se define como manzana podrida a un vector cultural interno que puede interactuar sólo con sus vecinos próximos y el cual nunca cambia sus valores (estático).
- Conforme aumenta  $q$ , más posibilidades hay de que la influencia cultural interna se propague por la red.





# PROPAGANDA MASIVA

- $F=3, q=2$

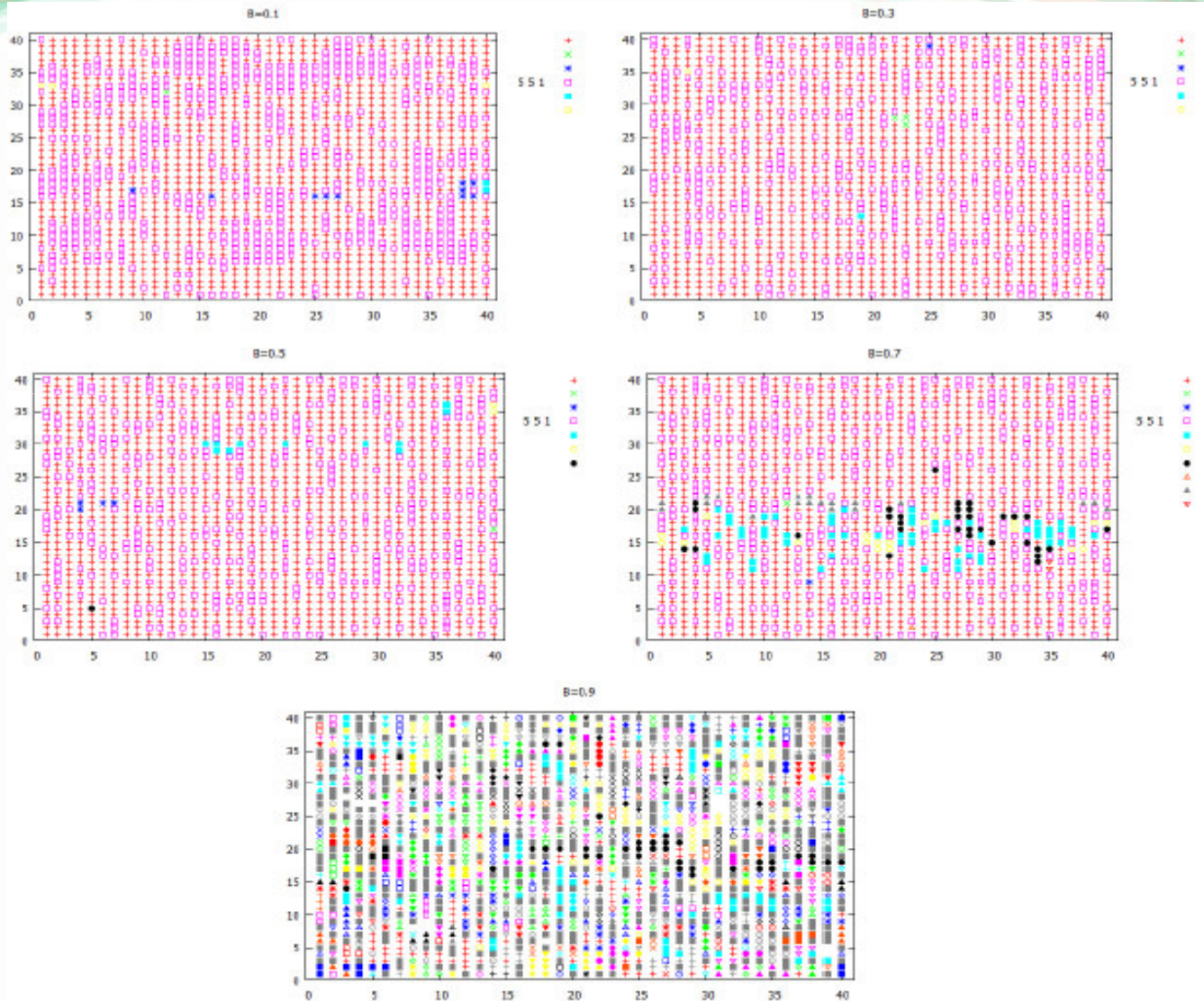






# PROPAGANDA MASIVA

- $F=3$ ,  $q=10$





# PROPAGANDA MASIVA

- Conservando los principios básicos de interacción del modelo de Axelrod, se define como propaganda a un vector cultural externo (estático) que puede interactuar con todos los elementos del sistema.
- Se define también un parámetro  $B$  que cuantifica la intensidad relativa con que se transmite la propaganda al sistema.
- El sistema converge al estado monocultural correspondiente al vector de propaganda para  $B$  pequeño.
- Existe un valor umbral de intensidad  $B_c$  por encima del cual el sistema alcanza un estado multicultural.
- La capacidad de la propaganda para imponer su estado cultural a todo el sistema disminuye a medida que el número de opciones por atributo ( $q$ ) aumenta.





# CONCLUSIONES

- Es posible establecer analogías entre modelos de dinámica social y sistemas físicos
- La interacción social compite con el desorden, encontrándose un valor crítico
- Una propaganda de baja intensidad es eficiente para imponer su mensaje a todo el sistema



# BIBLIOGRAFÍA

- C. Castellano, M. Marsili and A. Vespignani, *Nonequilibrium phase transition in a model for social influence*, Phys. Rev. Lett. **85** (2000). DOI: 10.1103/physrevlett.85.3536
- P. Holme and M. E. J. Newman, *Nonequilibrium phase transition in the coevolution of networks and opinions*, Phys. Rev. E. **74** (2006). DOI: 10.1103/PhysRevE.74.056108
- D. Vilone, A. Vespignani and C. Castellano, *Ordering phase transition in the one-dimensional Axelrod model*, Eur. Phys. J. B. **30** (2002). DOI: 10.1140/epjb/e2002-00395-2
- M. G. Cosenza, K. Tucci and J. C. González-Avella, *Modelo sociofísico de la influencia de propaganda masiva en un sistema social*, Revista de la Facultad de Ingeniería de la U. C. V. (2007)
- M. San-Miguel, R. Toral and V. M. Eguíluz, *Redes complejas en la dinámica social*, INGURUAK, Revista vasca de Sociología y Ciencia Política. Asociación vasca de sociología. Monográfico sobre Complejidad, vol. 42, 127-146 (2005)