

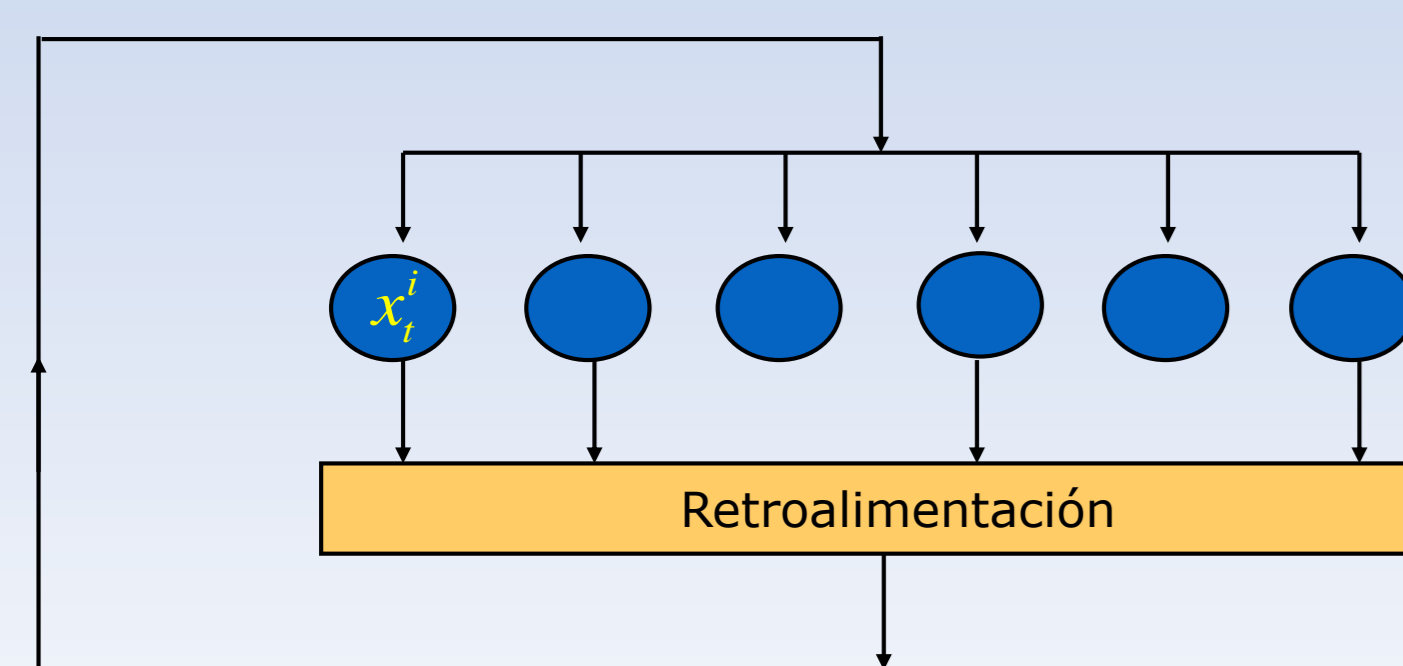
Interacciones Globales en Sistemas Complejos

Orlando Alvarez Llamaza, Mario Cosenza, Pablo Valverde

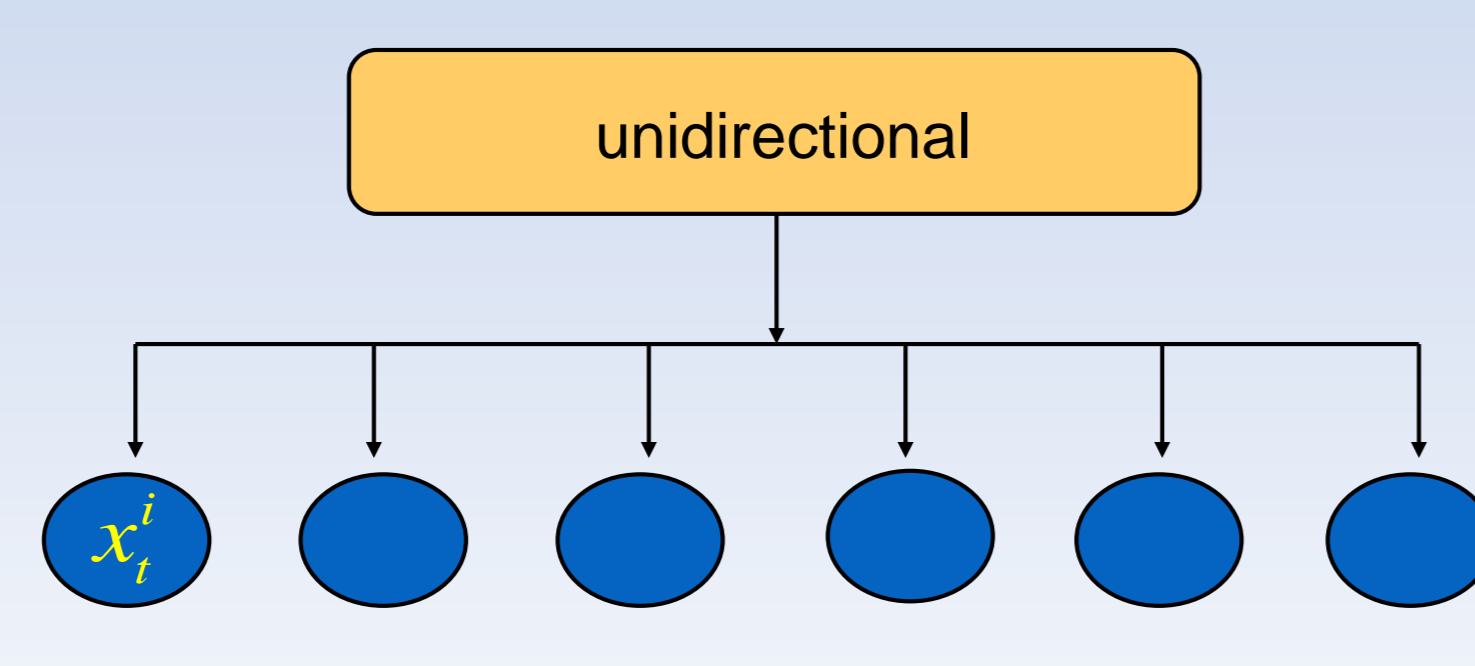
Introducción

Los sistemas complejos son conjuntos de elementos interactivos cuyo comportamiento colectivo no está presente en los elementos aislados; sino que emerge de las interacciones entre ellos. Muchos sistemas complejos poseen interacciones globales; esto es, una fuente de información o influencia compartida por todos los elementos del sistema. Este tipo de interacciones ocurren en una variedad de sistemas físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos. Una interacción global puede tener un origen externo o puede provenir de los propios elementos constituyentes del sistema. Nuestro propósito es caracterizar los comportamientos colectivos universales que surgen en sistemas con interacciones globales, independientemente de su contexto.

Campo global autónomo.



Campo global externo



Sistemas globalmente acoplados

La metodología planteada para el estudio de los comportamientos emergentes en sistemas sometidos a la coexistencia de dos campos globales es de tipo constructivista. Se construyen modelos matemáticos para realizar las simulaciones que representan sistemas dinámicos y sistemas sociales sometidos a dos interacciones globales.

Redes de mapas acoplados con coexistencia de campos globales

Se consideran sistemas conformados por N mapas acoplados de la forma:

$$\begin{cases} x_{t+1}^i = (1 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2) f(x_t^i) + \varepsilon_1 g(y_t) + \varepsilon_2 h_t, \\ y_{t+1} = f(y_t), \end{cases}$$

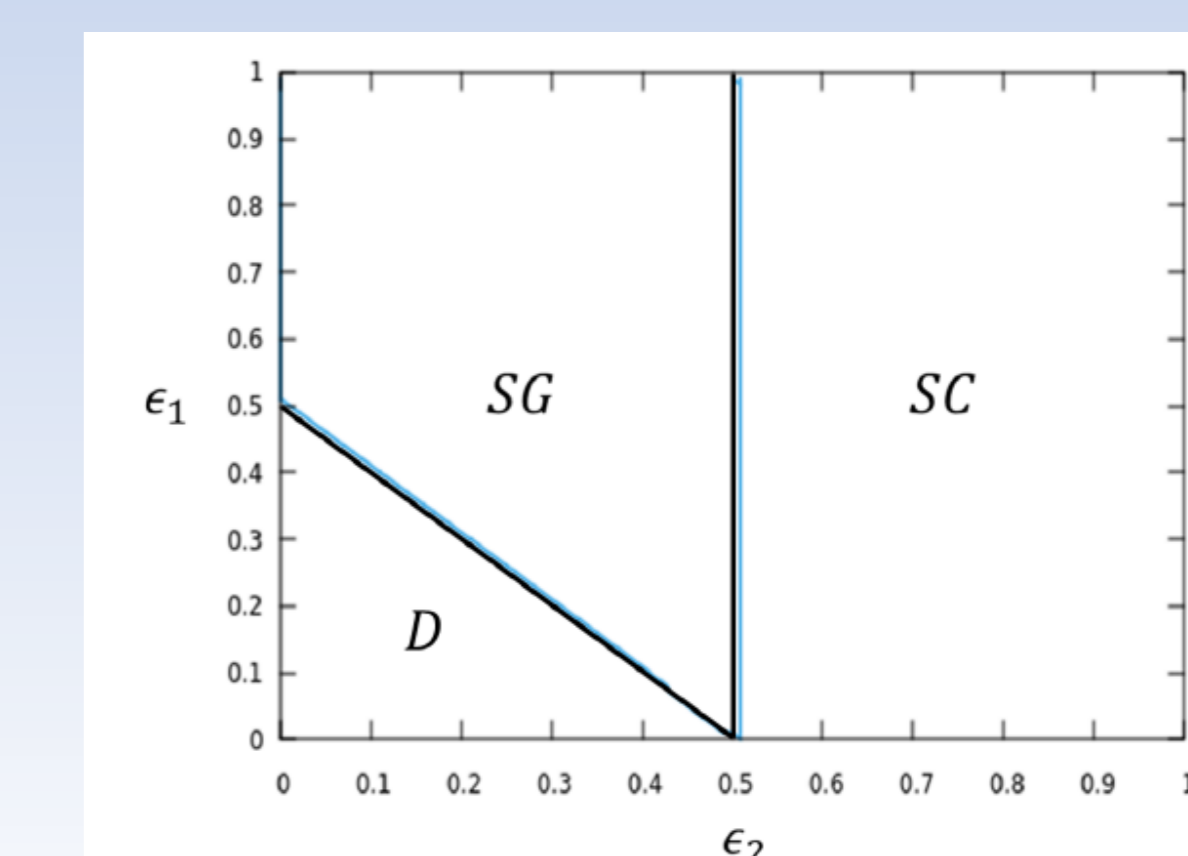
donde x_t^i representa el estado de la variable del mapa i -ésimo en el tiempo discreto t , y_t es el forzamiento externo, $f(x_t^i)$ es la función que rige la dinámica local de los mapas, ε_1 y ε_2 son parámetros de acoplamiento con los campos, y h_t es el campo medio de los estados de los elementos del sistema, dado por:

$$h_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_t^i),$$

Mediante diversas cantidades como la desviación estándar asintótica promedio de las variables x , la diferencia entre la media de los x y el forzamiento y , entre otras, se caracterizan los estados del sistema.

Se observan los siguientes estados:

- 1) SC: Sincronización completa: $x_t^i = x_t^j = y_t, \forall i, j$
- 2) SG: Sincronización generalizada: $x_t^i = x_t^j \neq y_t, \forall i, j$
- 3) D: Desincronización: $x_t^i \neq x_t^j \neq y_t, \forall i, j$



Regiones de estabilidad en el espacio de los parámetros para mapa local tipo tienda.

Modelo de interacción cultural basado en agentes

Modelo de Axelrod basado en agentes: cada agente tiene un vector cultural dado por F componentes, y cada componente puede tener q rasgos culturales.

Competencia de medios de comunicación masiva: 2 propagandas externas

Algoritmo:

- 1) Se elige un elemento al azar.
- 2) Selecciona la fuente de interacción del agente i : Interacciona con el campo X con Prob. B . Interacciona con el campo Y con Prob. $B(1-r)$. Interacciona con otro agente del sistema elegido al azar del sistema con Prob. $(1-B)$.
- 3) Calcula la similitud l entre la fuente de interacción y el agente i .
- 4) Si $0 < l < F$ el agente interactúa con Prob. l/F y adopta un rasgo de la fuente de interacción al azar.

Competencia de medios de comunicación masiva: Propaganda externa (E) vs. Moda dominante en el sistema (P)

Estados:

- 1) E impone su cultura.
- 2) M impone su estado.
- 3) Estado desordenado, no existe mayoría.

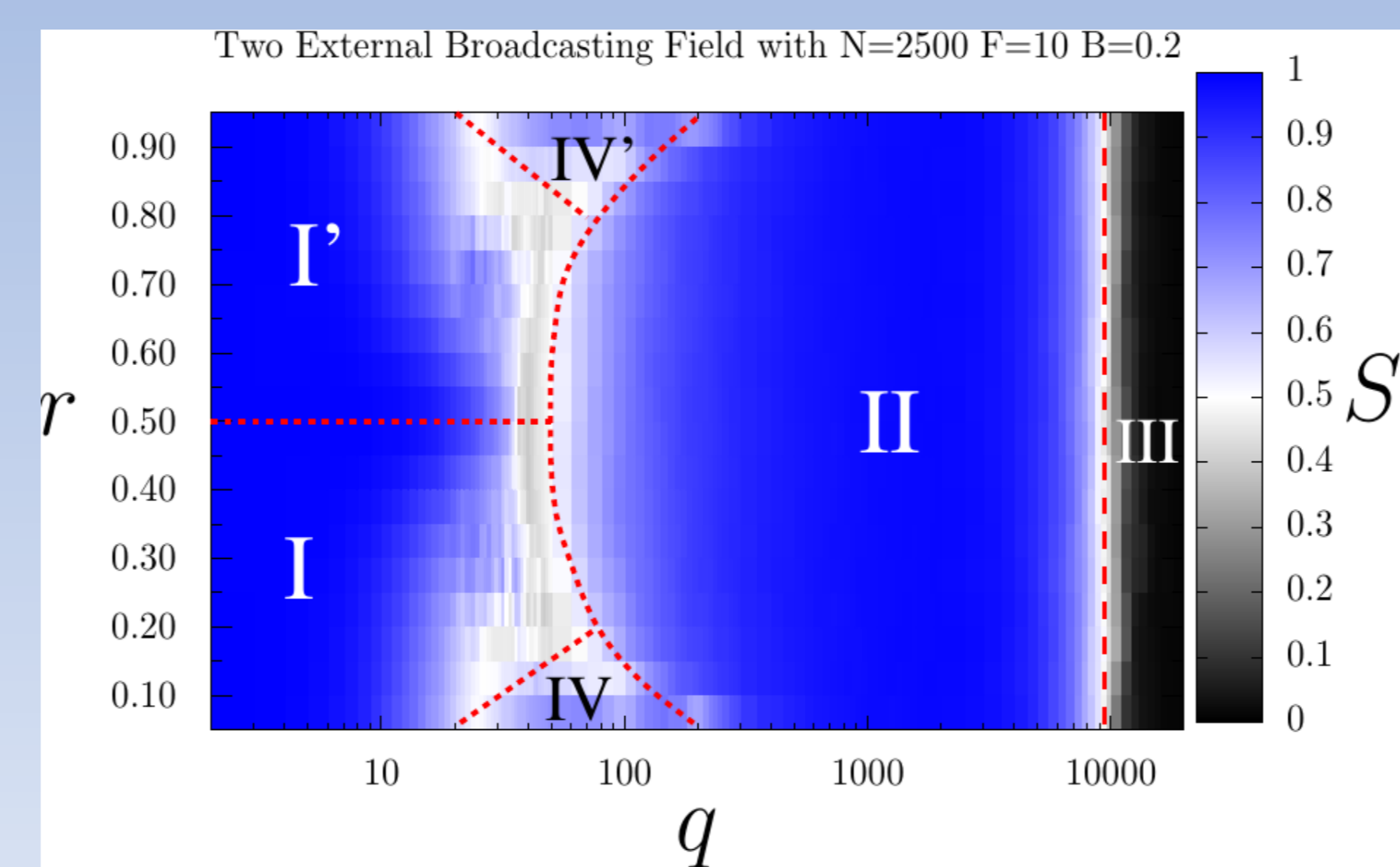
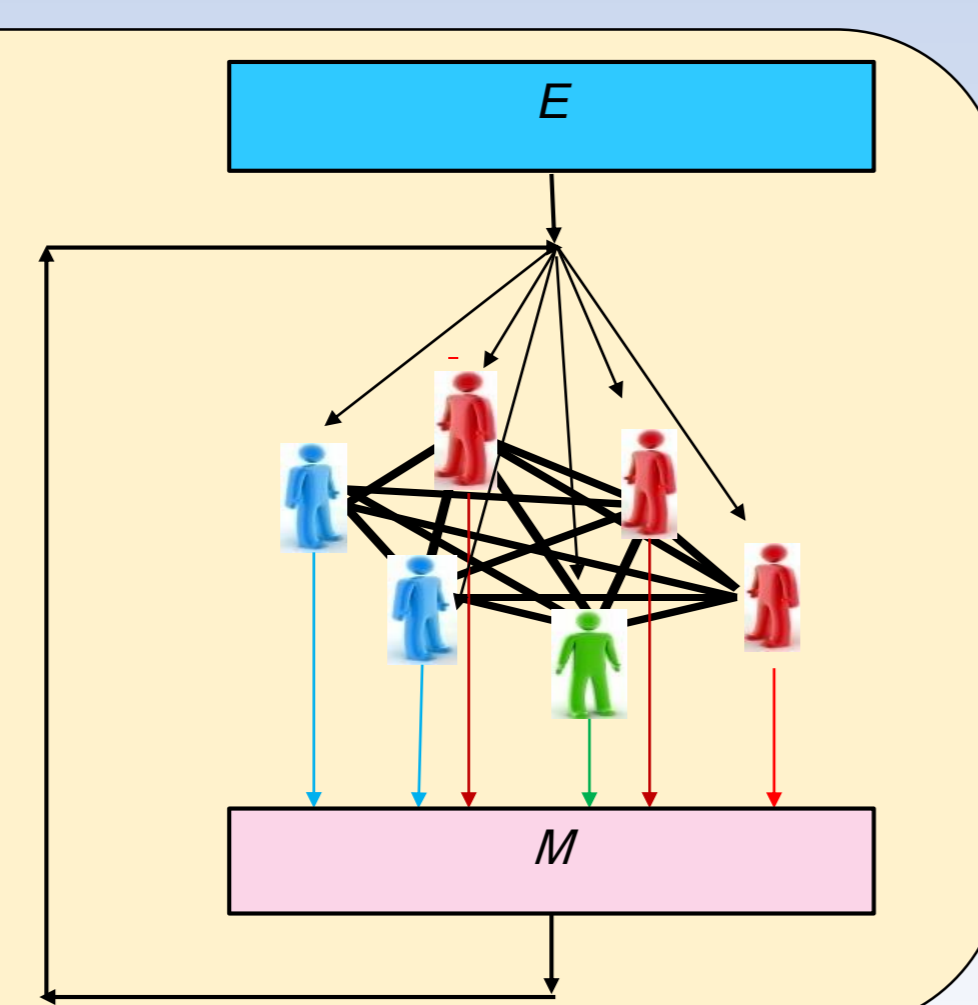


Diagrama de fase en el espacio (R, q) . $F=10$.

Se distinguen las siguientes regiones en las simulaciones:

- 1) I, donde X impone su cultura o estado a la mayoría.
- 2) I' donde Y impone su estado.
- 3) II una mayoría emerge, diferente de X y Y .
- 4) III, un estado desordenado, donde no existe mayoría.

Conclusiones

Redes de mapas acoplados: La adición de un campo autónomo o retroalimentación produce estados de sincronización generalizada, que no están presentes en el caso de estar sometido solamente a un campo externo. Se determinaron analíticamente las regiones de sincronización utilizando los exponentes de Lyapunov del sistema.

Competencia de medios de comunicación externo vs endógeno: se encuentra que la imposición de una cultura X o una Y depende de las probabilidades B y r , y también del número de rasgos q , obteniéndose un estado donde el sistema adopta una mayoría alternativa, diferente a los estados de ambos medios masivos X y Y .

Productos alcanzados

a) Artículos publicados:

1. *Opiniones de agentes sociales: una propuesta desde la Sociofísica para investigar comportamientos colectivos.* "Disertaciones" Vol. 13, Nro. 1, 2020.
2. *Against mass media trends: minority growth in cultural globalization.* PlosOne 15(4): e0230923, 2020.
3. *Heterogeneous globally coupled chaotic map systems.* Revista Ingeniería UC Vol. 26, Nro. 3, 2019.

b) Artículos enviados: 3.

d) Charlas presentadas: 5

f) Creación del Grupo Interdisciplinario de Sistemas Complejos, con investigadores y estudiantes de las instituciones participantes, abierto a interesados de todo el país.

c) Artículos en preparación: 2.

e) Tesis en desarrollo: 2.