Universidad de Los Andes
Centro de Física Fundamental
Grupo de Caos y Sistemas Complejos

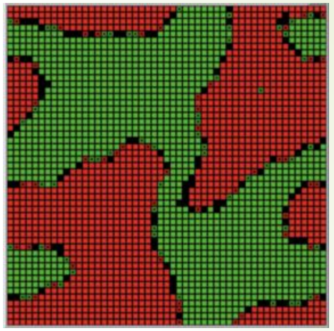
Efectos del Forzamiento Heterogéneo sobre Sistemas Multiestables

Samuel Contreras.

Tutor: Kay Tucci.

Multiestabilidad

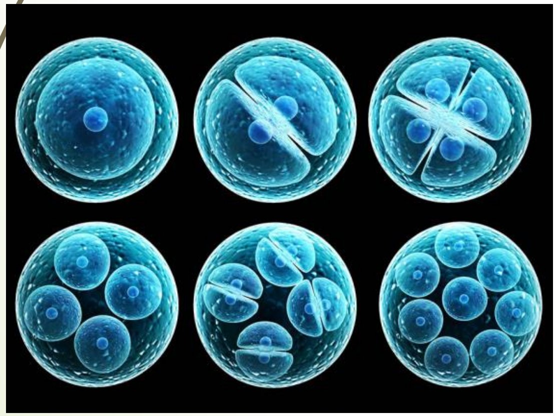
Posible coexistencia de estados estables diferentes



- En Biología
- En el Clima
- En los Sociedad

Estudiar el efecto del forzamiento heterogéneo sobre sistemas multiestables

- Modelo de Shelling
- Modelo de Miller-Huse
- Modelo de Defuant
- Quimeras
- Modelo de diseminación cultural de Axelrod



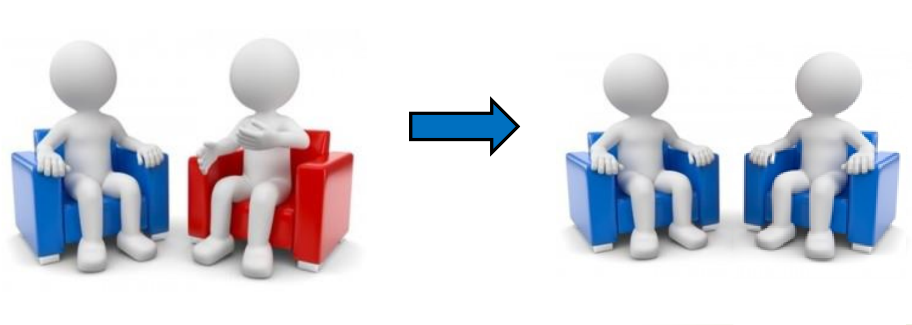
Modelo de Diseminación cultural propuesto por Robert Axelrod

¿Por qué somos multiculturales¿

Probabilidad de Interacción → Atributos en común

Interacción → Mayor similitud

Agentes → Vector Cultural



$\boldsymbol{F}$ atributos culturales y $\boldsymbol{q}$ ragos culturales

$$C_i = (\sigma_{i1}, \sigma_{i2}, \sigma_{i3}, \dots \sigma_{iF})$$

$$\sigma_{if} \in \{0, \dots, q-1\}$$

EL total de estados posibles es igual a $\boldsymbol{q^F}$

Robert Axelrod. The dissemination of culture a model with local convergence and global polarization. Journal of conflict resolution, 41(2):203–226, 1997.

Dinámica del Modelo de Axelrod

- Seleccionar al azar un agente i en el sistema (elemento activo).
- Seleccionar al azar un agente j perteneciente al entorno inmediato de i.
- Calcular la similitud cultural entre i y j definida por:

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

- Si 0 < $\lambda(i,j)$ < F los elementos involucrados tienen una probabilidad de interactuar igual a:

$$\lambda(i,j)/F$$

- En caso que haya interacción se escoge un atributo cultural σ_{ih} del agente activo , de forma que $\sigma_{ih} \neq \sigma_{jh}$ y luego se cambia su valor de forma tal que $\sigma_{ih} = \sigma_{jh}$

Robert Axelrod. The dissemination of culture a model with local convergence and global polarization. Journal of conflict resolution, 41(2):203–226, 1997.

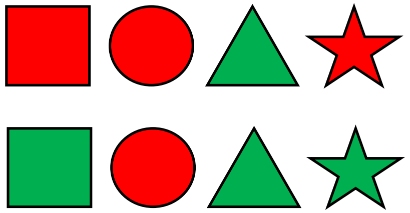
Interacción en el Modelo de Axelrod

- Ejemplo de la interacción:

  Imaginemos un sistema con $F = 4$ y $q = 2$

$C_i =$

$C_j =$



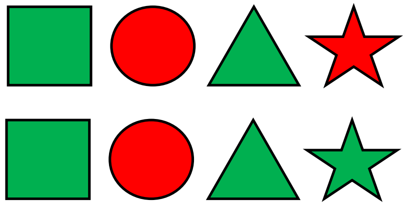
Probabilidad de interacción:

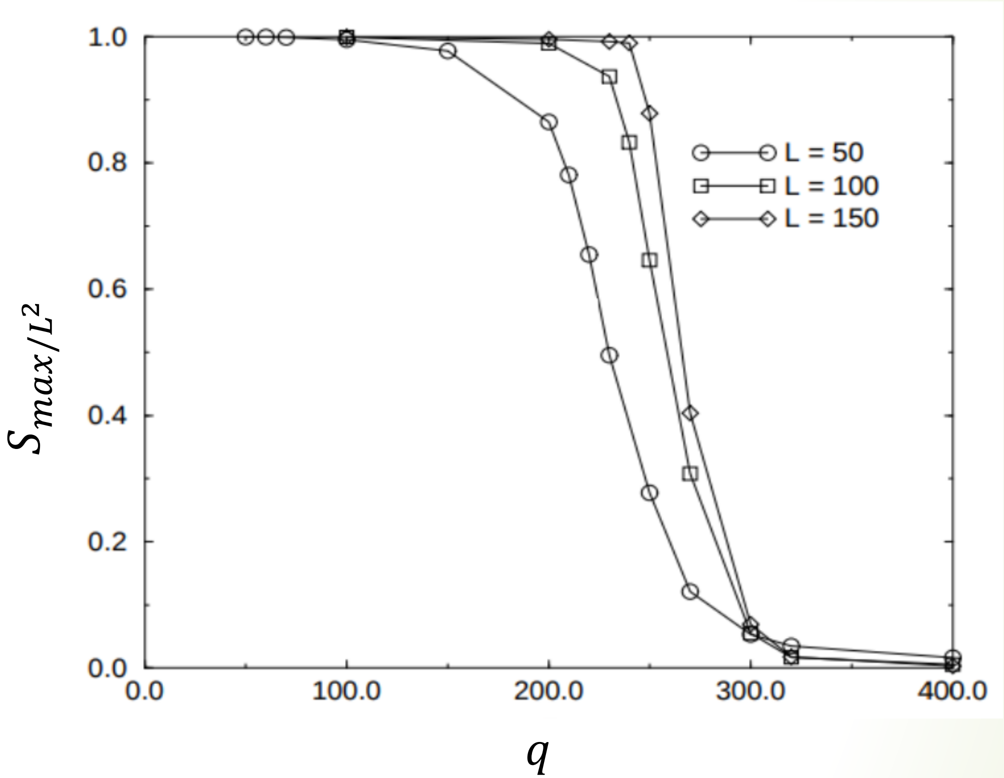
$$\frac{P(i,j)}{F} = \frac{2}{4} = 0{,}5$$

Si interactúan:

$C_i =$

$C_j =$





Comportamiento del dominio mas grande S_{max} entre el tamaño del sistema L^2 vs q para tres diferentes tamaños del sistema con $F = 10$

Robert Axelrod. The dissemination of culture a model with local convergence and global polarization. Journal of conflict resolution, 41(2):203–226, 1997.

Claudio Castellano, Matteo Marsili, and Alessandro Vespignani. Nonequilibrium phase transition in a model for social influence. Physical Review Letters, 85(16):3536, 2000.

Nuestro Modelo

Estudiar el efecto del forzamiento heterogéneo en sistemas multiestables

Definiendo los tipos de forzadores llamados ***"influencers"***

Ajustando los parámetros de la dinámica

Determinando la distribución espacial y solapamiento

Introduciendo dos tipos de ***"influencers"*** al sistema

Estudiando diferentes condiciones iniciales

Los "*Influencers*" o lideres

Afectan a su entorno → El entrono no los afecta

k tipos de "***Influencers***" → $\boldsymbol{\Lambda}$ solapamiento entre ellos

Con vectores culturales de la forma:

$$C_i^k = \left(\sigma_1^k, \sigma_2^k, \ldots \sigma_F^k\right) \; con \; k = 1, 2$$

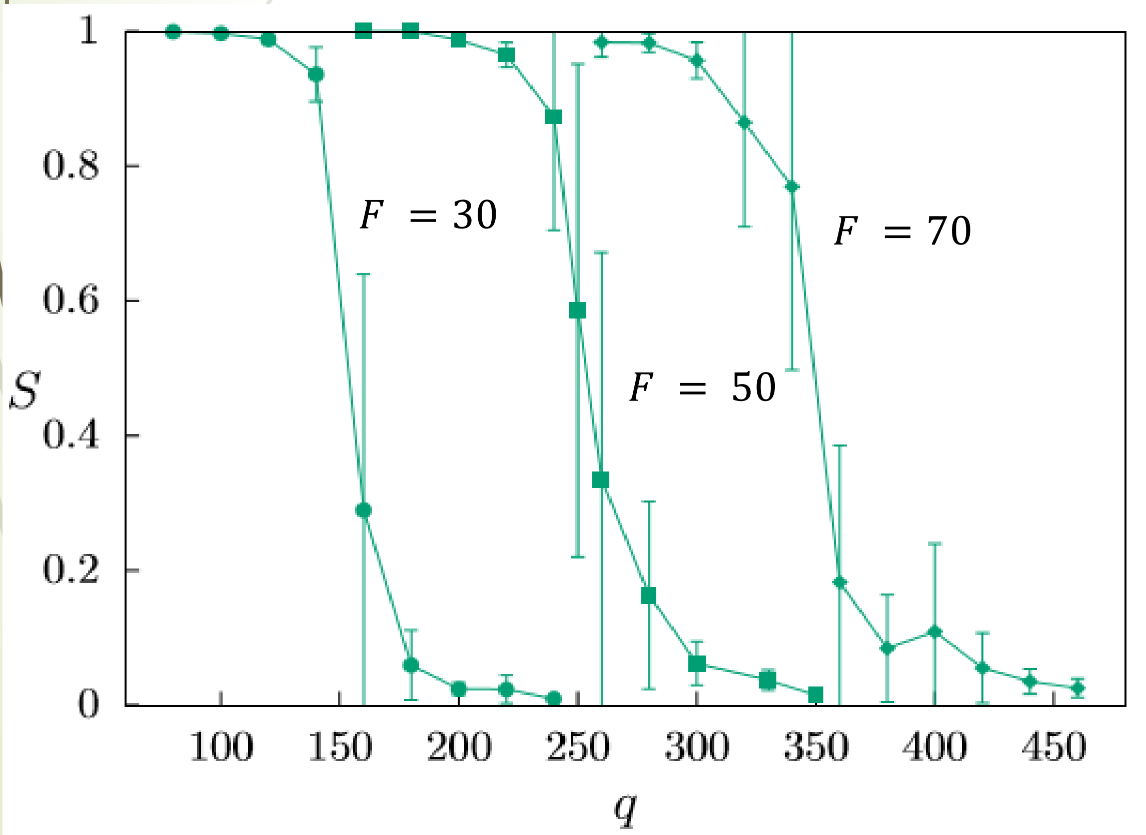
$$\sigma_f^k \in \{0, \ldots, q-1\}$$

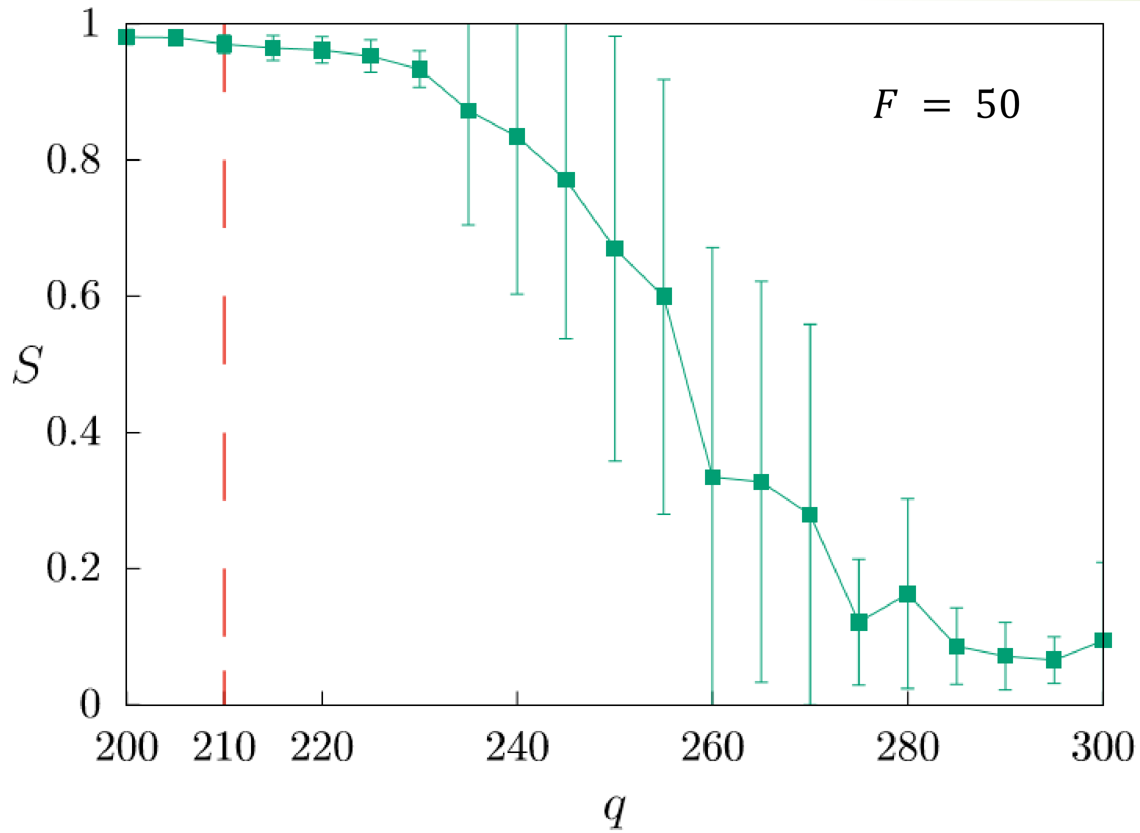
$$\Lambda = \frac{\sum_F \delta_{\sigma_f^1} \delta_{\sigma_f^2}}{F}$$

McDonald's VS. BURGER KING

Ajustando los Parámetros

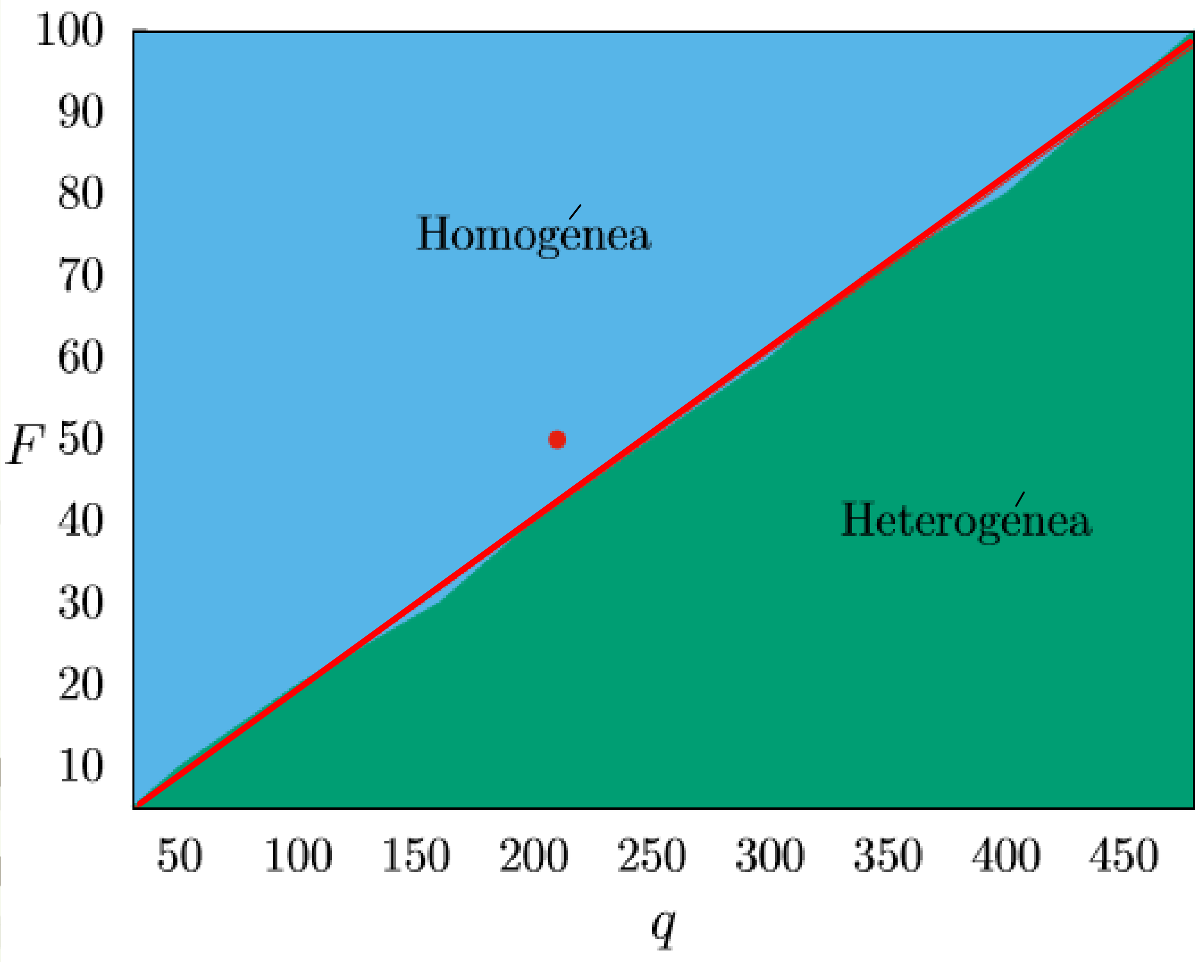
Comportamiento del sistema sin ***"influencers"*** para $N = 50 \times 50$ para un $t = 4 \times 10^4$ pasos de Monte Carlo. Usando como parametro de orden el tamaño del dominio mas grande normalizado S contra el numero de atributos q





Ajustando los Parámetros

Diagrama de Fases para el espacio de parámetros (F, q).



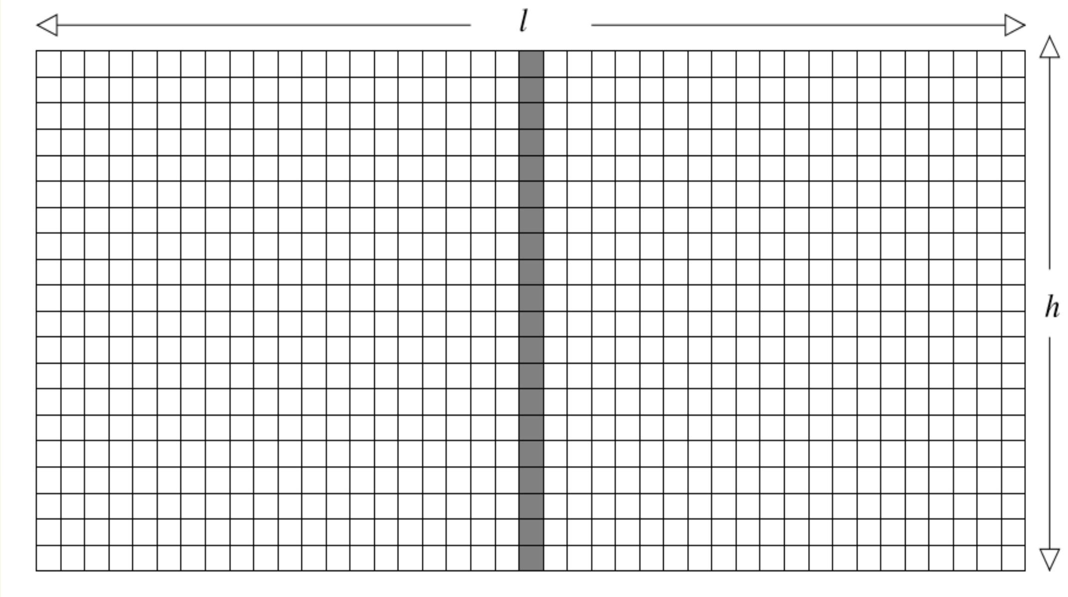
La interfase entre ambos estados del sistema sigue aproximadamente la forma:

$$q_c = (4{,}81)F + 1{,}474$$

Punto $(F = 50, q = 210)$ fijado para la investigación

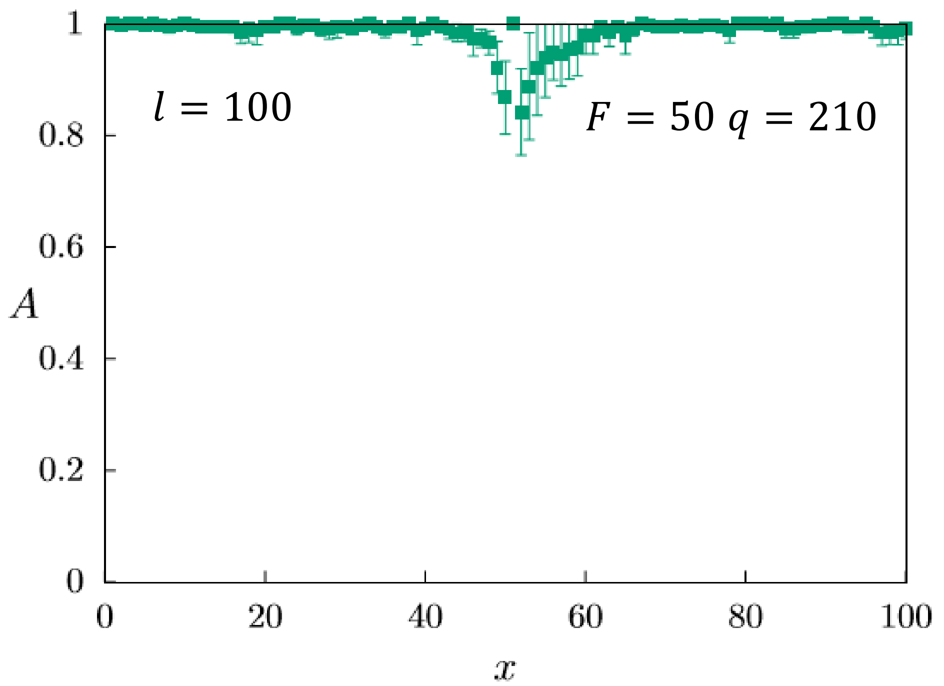
Distribuyendo a los "*influencers*"

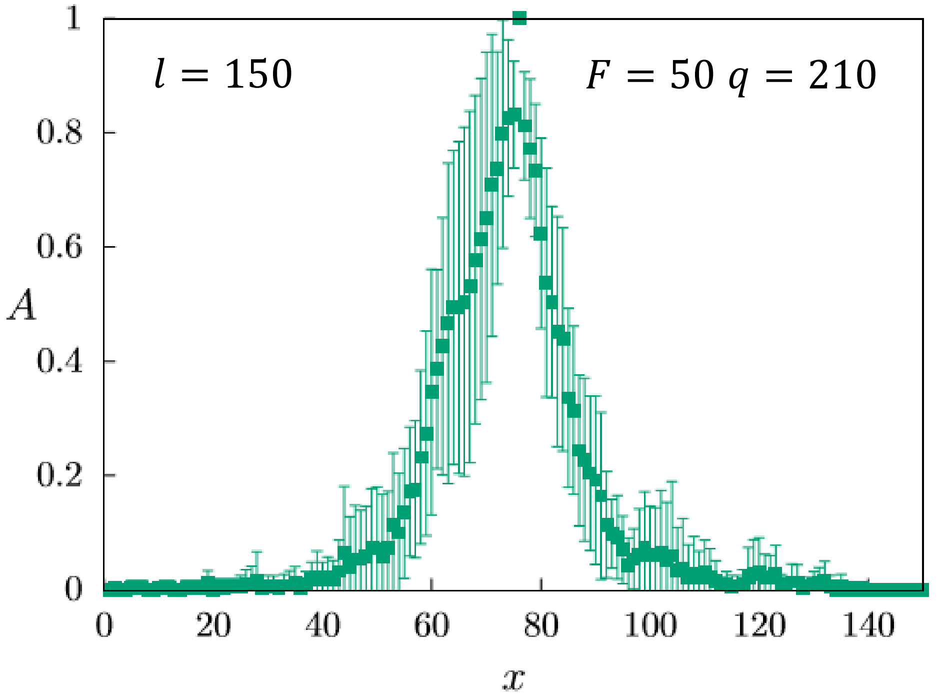
Sistema con una densidad de ***"influencers"*** $\rho = 1$



$$\lambda^k(i) = \sum_F \delta_{\sigma_{if}} \delta_{\sigma_f^k}$$

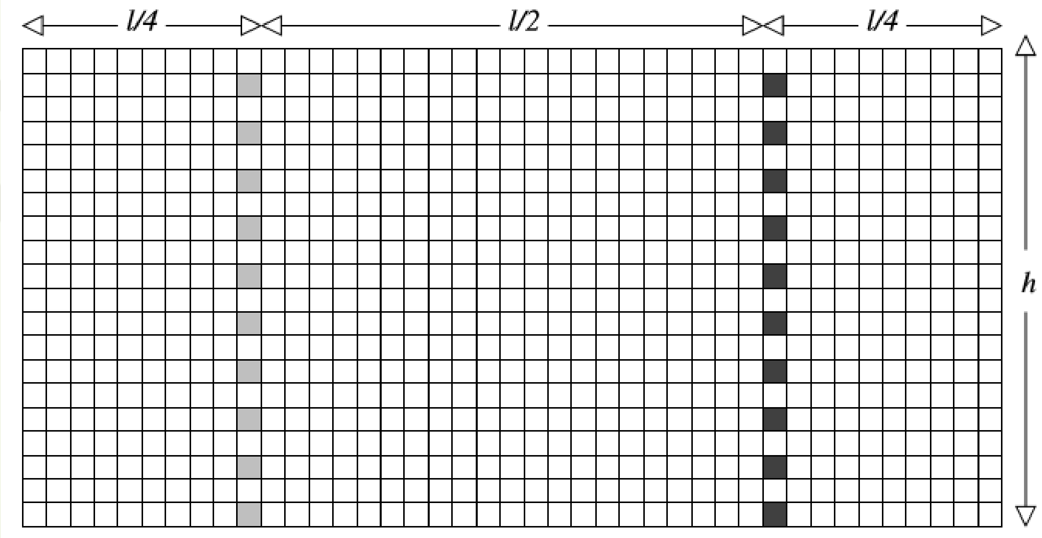
$$a_i^k = \frac{\lambda^k(i)}{F} \qquad A = \frac{1}{h} \sum_{i \epsilon x} a_i^k \ \ con\ x = 1,2, \ldots l$$



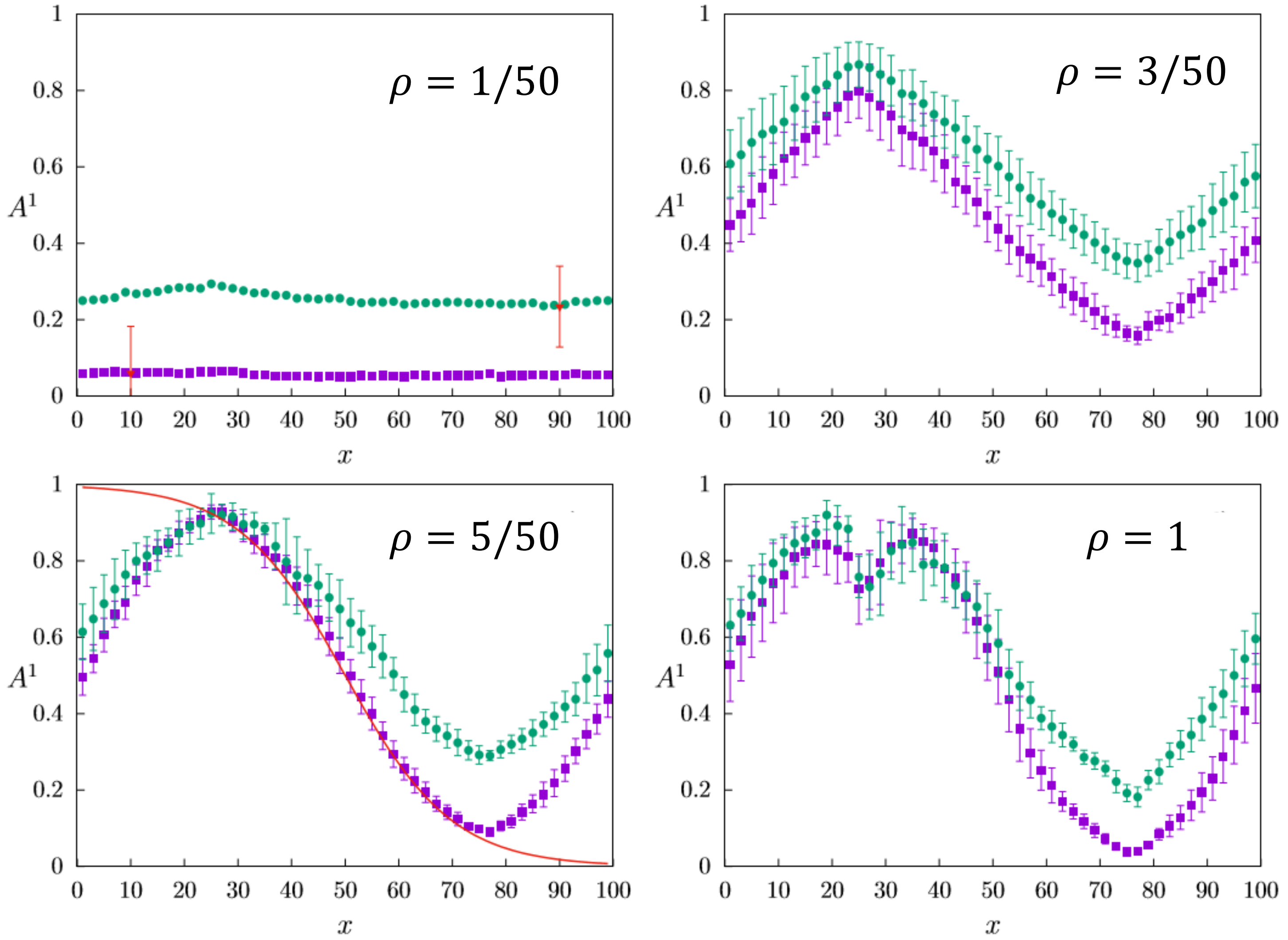


Estudiando los efectos de los "*influencers*"

Solapamiento entre ***"influencers"*** de
$\Lambda = 0{,}06$ morado
$\Lambda = 0{,}26$ verde
para diferentes valores de ρ
para un $t = 1{,}6 \times 10^5$ pasos de Monte Carlo y una distancia $d = 50$

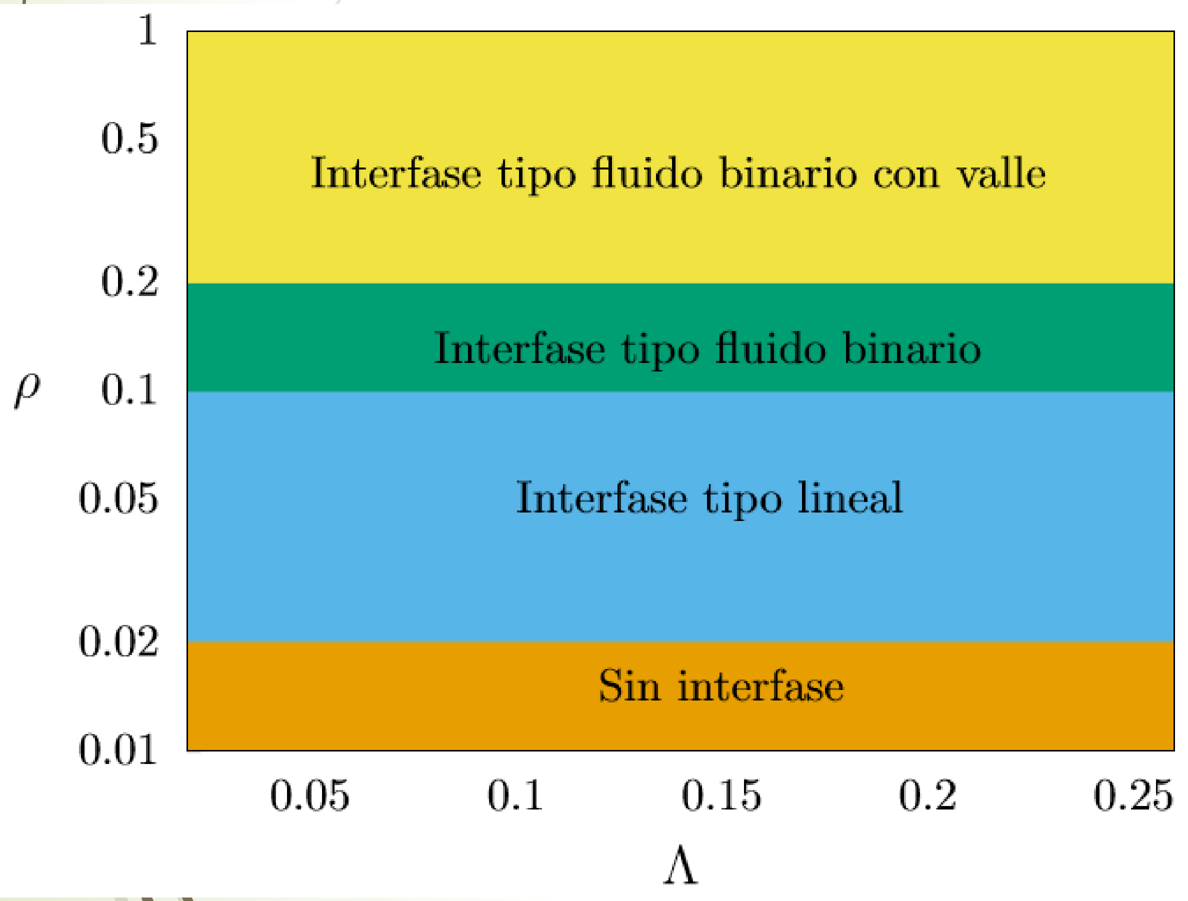


$$A^1 \sim \tanh\left(\frac{\acute{x}}{\xi}\right)$$

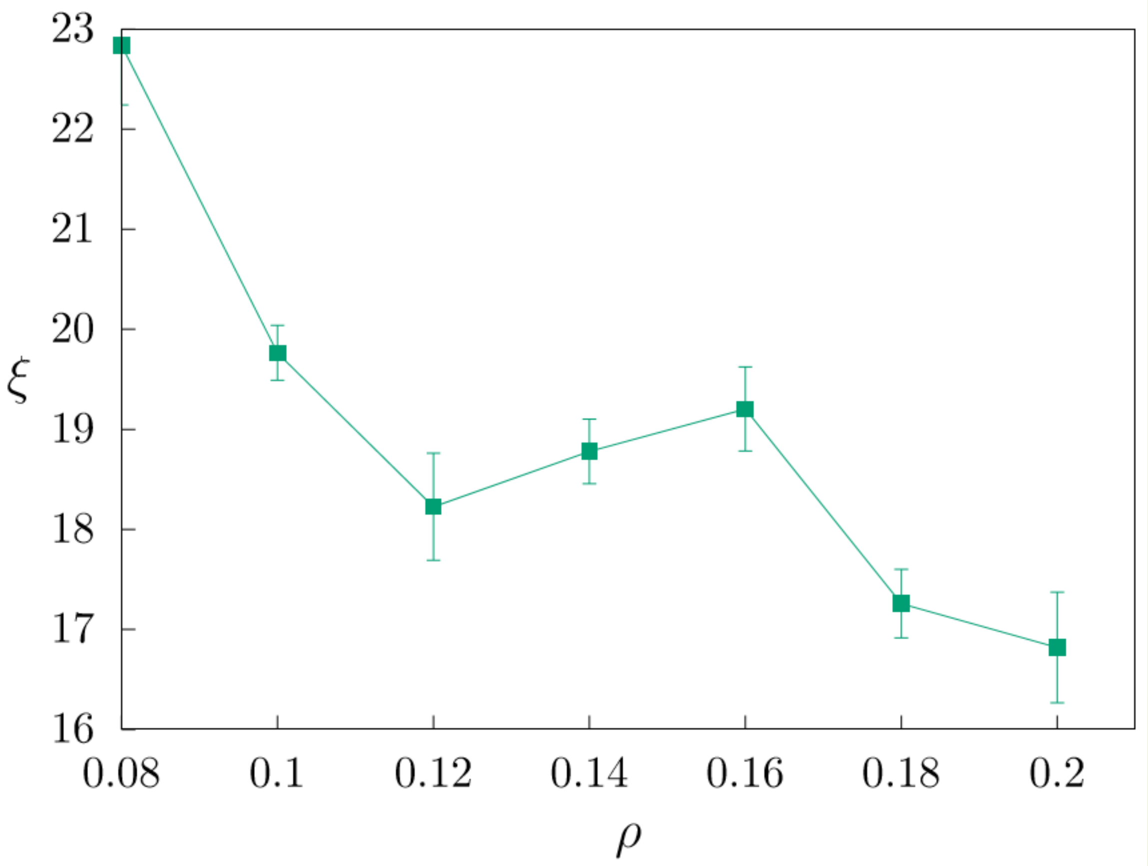


Estudiando los efectos de los “*influencers*”

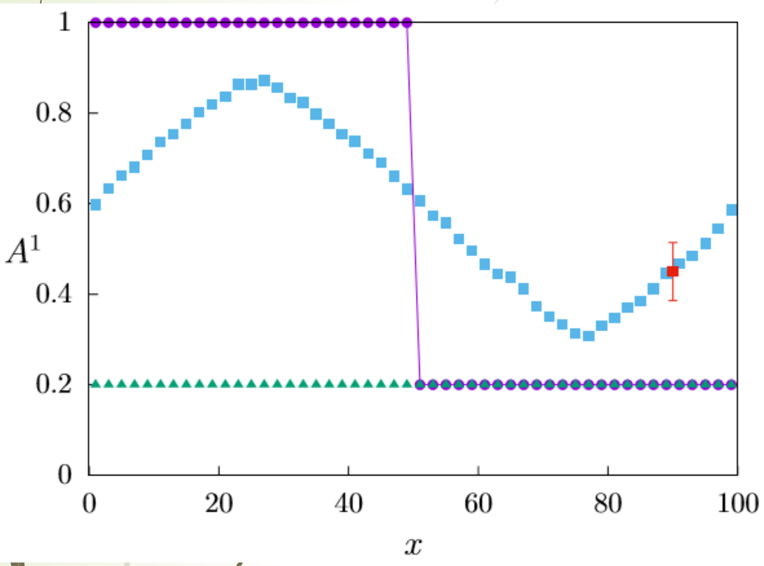
Diagrama de fases para el espacio de parámetro de (Λ, ρ)



Parámetro ξ para diferentes valores de densidad ρ

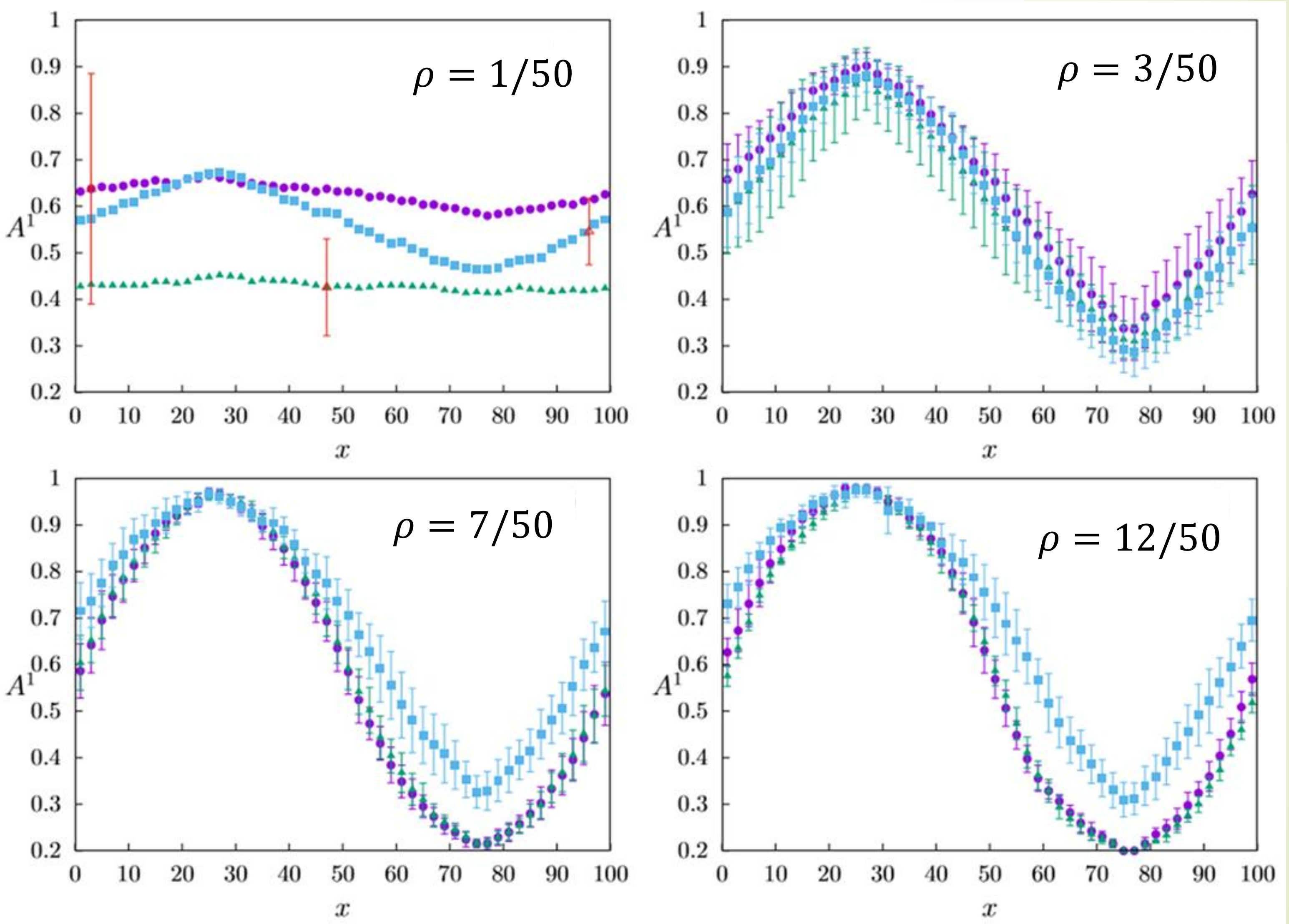


Estados finales para los diferentes tipos de condiciones iniciales



Tres tipos diferentes de condiciones iniciales

$\Lambda = 0{,}2$



Conclusiones

- Se encontró que el valor de q_c sigue la forma aproximada de:

$$q_c = (4{,}81)F + 1{,}474.$$

- Se identifico que la distancia de propagación de la influencia de los forzadores es alrededor de 30-60 columnas.
- Se encontraron 4 fases diferentes del sistemas dependientes de la densidad de lideres por columna ρ.
  - *Fase sin interfase.*
  - *Fase con interfase con decaimiento lineal.*
  - *Fase con interfase de tipo fluido binario.*
  - *Fase con interfase de tipo fluido binario con valle.*
- Se encontró la dependencia del parámetro ξ en función de la densidad de ***"influencers"*** ρ.
- Se determinó que para las tres fase con menor densidad ρ no se ven afectadas por las condiciones iniciales, mientras que la fase con interfase con valle, desaparecen lo efectos causados por la alta densidad de ***"influencers".***