

72.25 - "Simulación de Sistemas"

Autómatas Celulares "Off-Lattice" Bandadas de agentes autopropulsados

DE SIMONE, FRANCO - 61100
DIZENHAUS, MANUEL - 61101



Introducción



Se estudia el comportamiento del modelo *Off-Lattice*, sistema de partículas autopropulsadas inspirado en sistemas biológicos

Se analizará el comportamiento del sistema ante diferentes combinaciones de parámetros, mediante la medición de observables

Fundamentos

- Autómata Celular
- Se cuenta con un espacio de $L \times L$
- Se generan N partículas puntuales en posiciones al azar, y con direcciones también aleatorias
- Partículas cuentan con un radio de interacción
- Movimiento de velocidad constante en módulo, dirección que cambia de iteración a iteración

Fundamentos

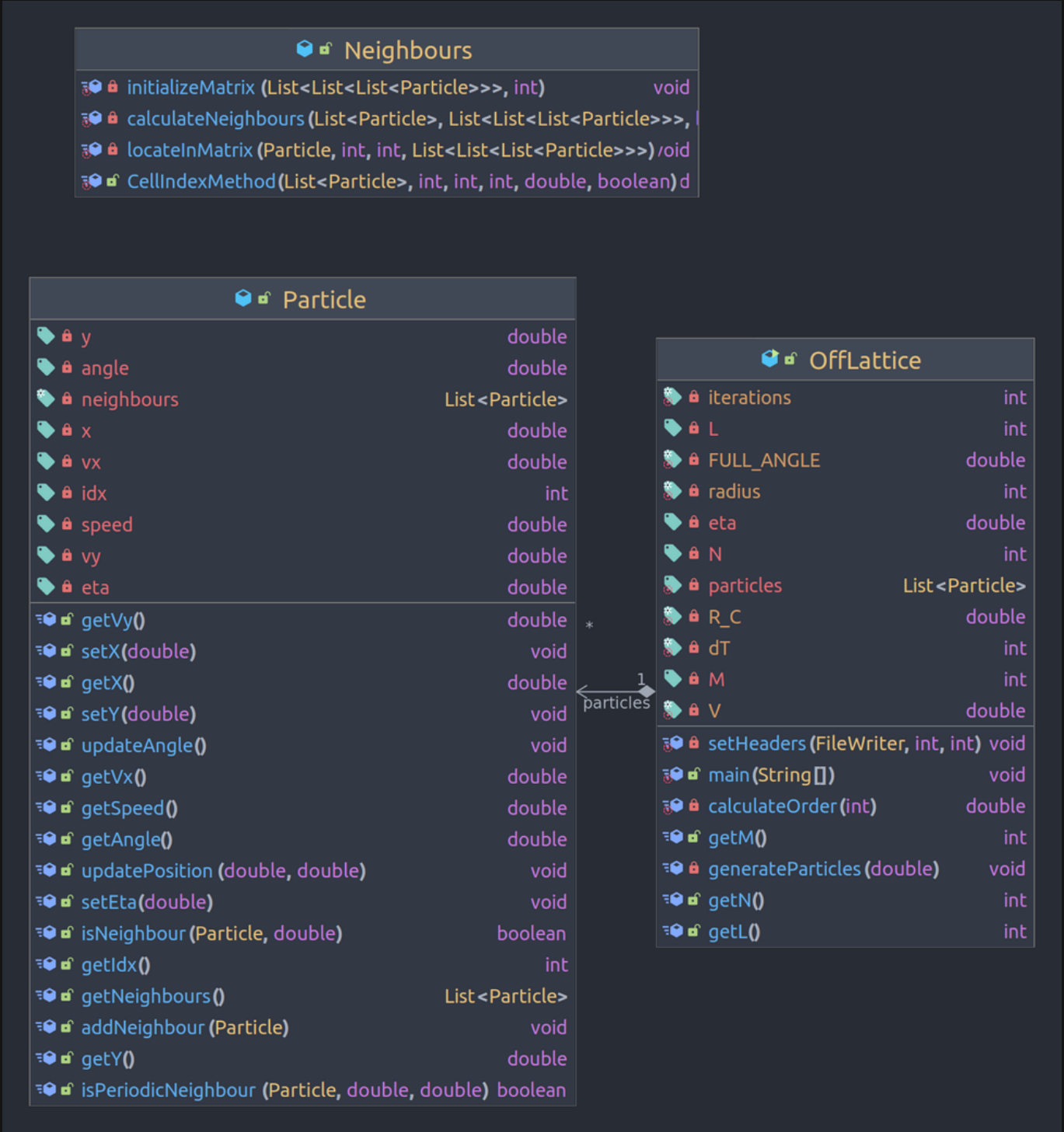
- Modelo de evolución temporal
- El paso $t+1$ está completamente definido por la información del paso t

$$\mathbf{x}_i(t+1) = \mathbf{x}_i(t) + \mathbf{v}_i(t)\Delta t.$$

$$\theta(t+1) = \langle \theta(t) \rangle_r + \Delta \theta,$$

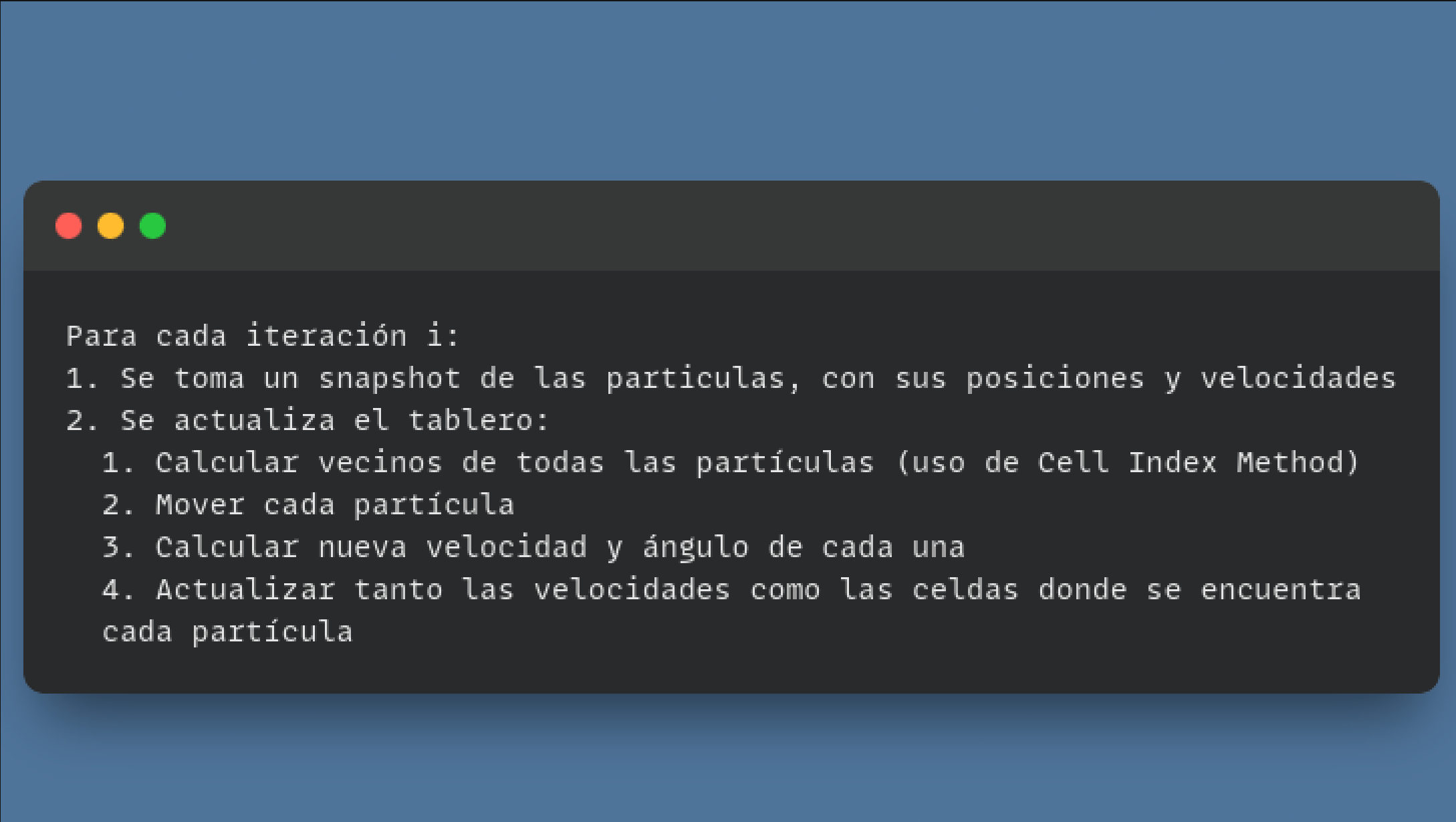
Implementación

DIAGRAMA UML



Implementación

Algoritmo en pseudocódigo implementado



```
Para cada iteración i:  
1. Se toma un snapshot de las partículas, con sus posiciones y velocidades  
2. Se actualiza el tablero:  
   1. Calcular vecinos de todas las partículas (uso de Cell Index Method)  
   2. Mover cada partícula  
   3. Calcular nueva velocidad y ángulo de cada una  
   4. Actualizar tanto las velocidades como las celdas donde se encuentra  
      cada partícula
```

Simulaciones

Parámetros del sistema

Fijos:

- $r_c = 1$
- $v = 0.03$

Variables:

- ρ , densidad del sistema
- η , factor de ruido

Cantidad de pasos temporales: 1000

Simulaciones

Observable

Parámetro de orden

Se toman promedios en el régimen estacionario

$$v_a = \frac{1}{Nv} \left| \sum_{i=1}^N \mathbf{v}_i \right|$$



Simulaciones



VARIACIÓN DEL OBSERVABLE EN FUNCIÓN DEL RUIDO, DENSIDAD 5

Densidad constante 5 ($N=500$, $L=10$)
Ruido variable entre 0 y 4, paso de 0,5

VARIACIÓN DEL OBSERVABLE EN FUNCIÓN DEL RUIDO, DENSIDAD 1

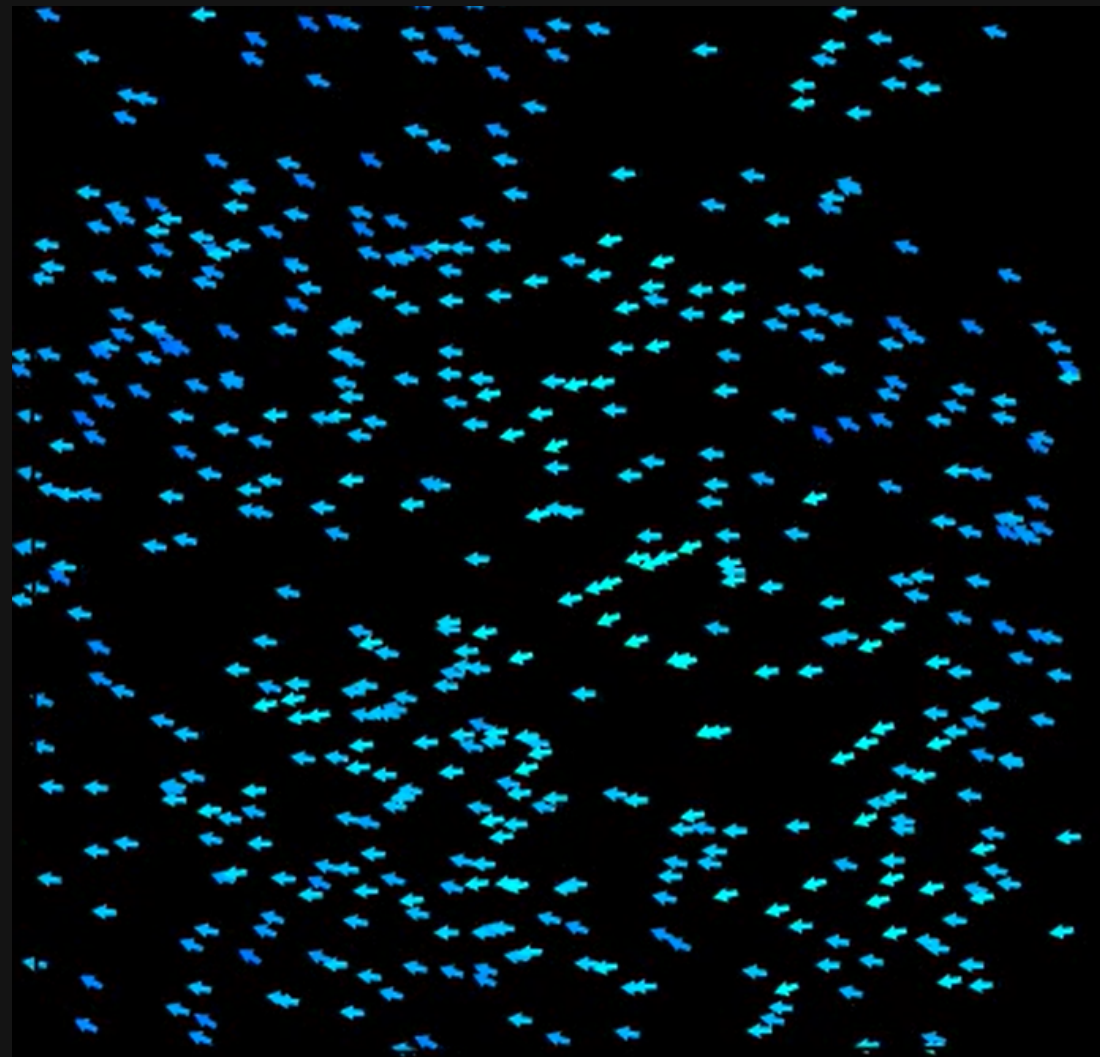
Densidad constante 1 ($N=100$, $L=10$)
Ruido variable entre 0 y 4, paso de 0,5

VARIACIÓN DEL OBSERVABLE EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD

Ruido constante 1
Densidad variable entre 1 y 10, paso de 1

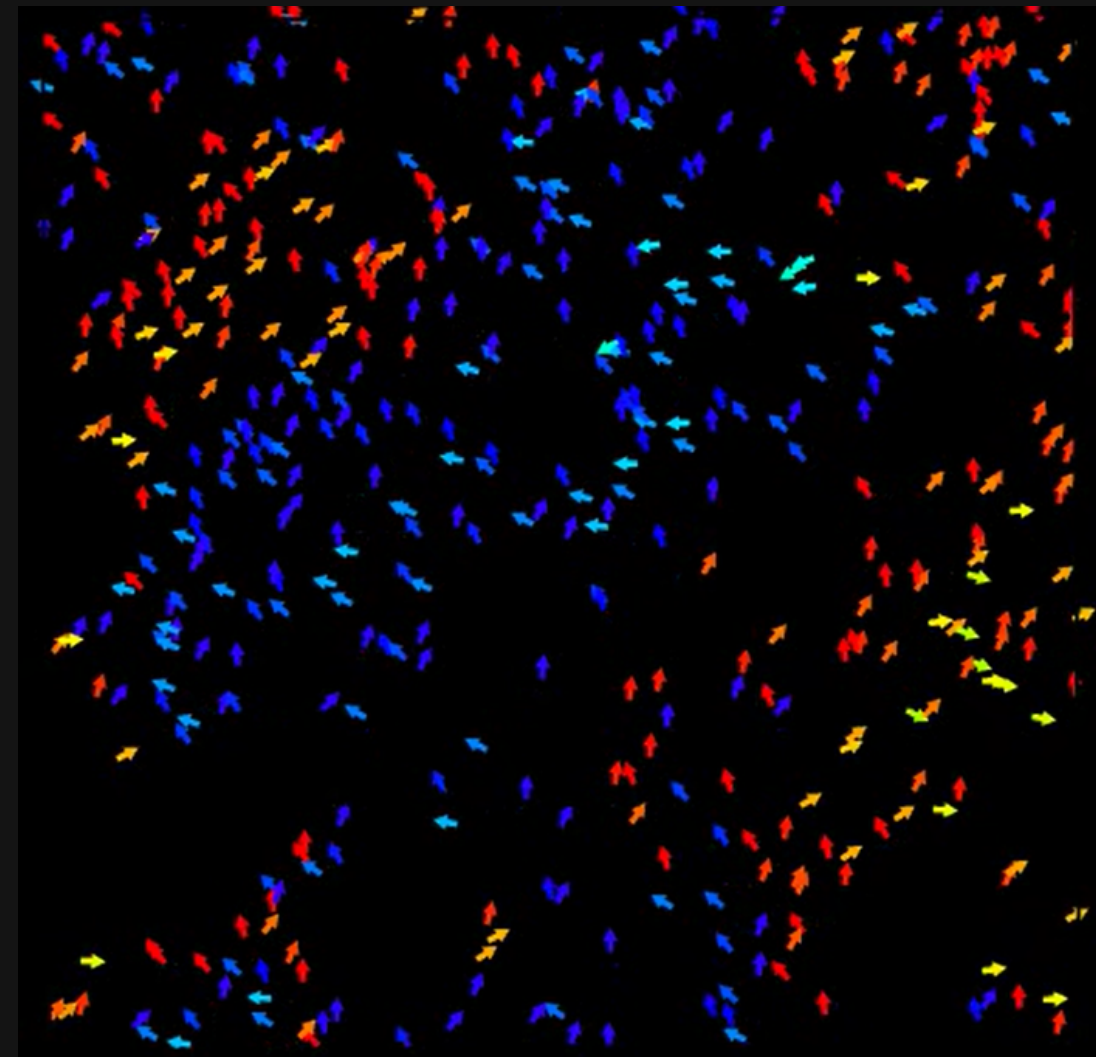
Resultados

<https://youtu.be/byuf0J2cFtk>



Animación $N=500$, $L=10$, $\eta=0,5$

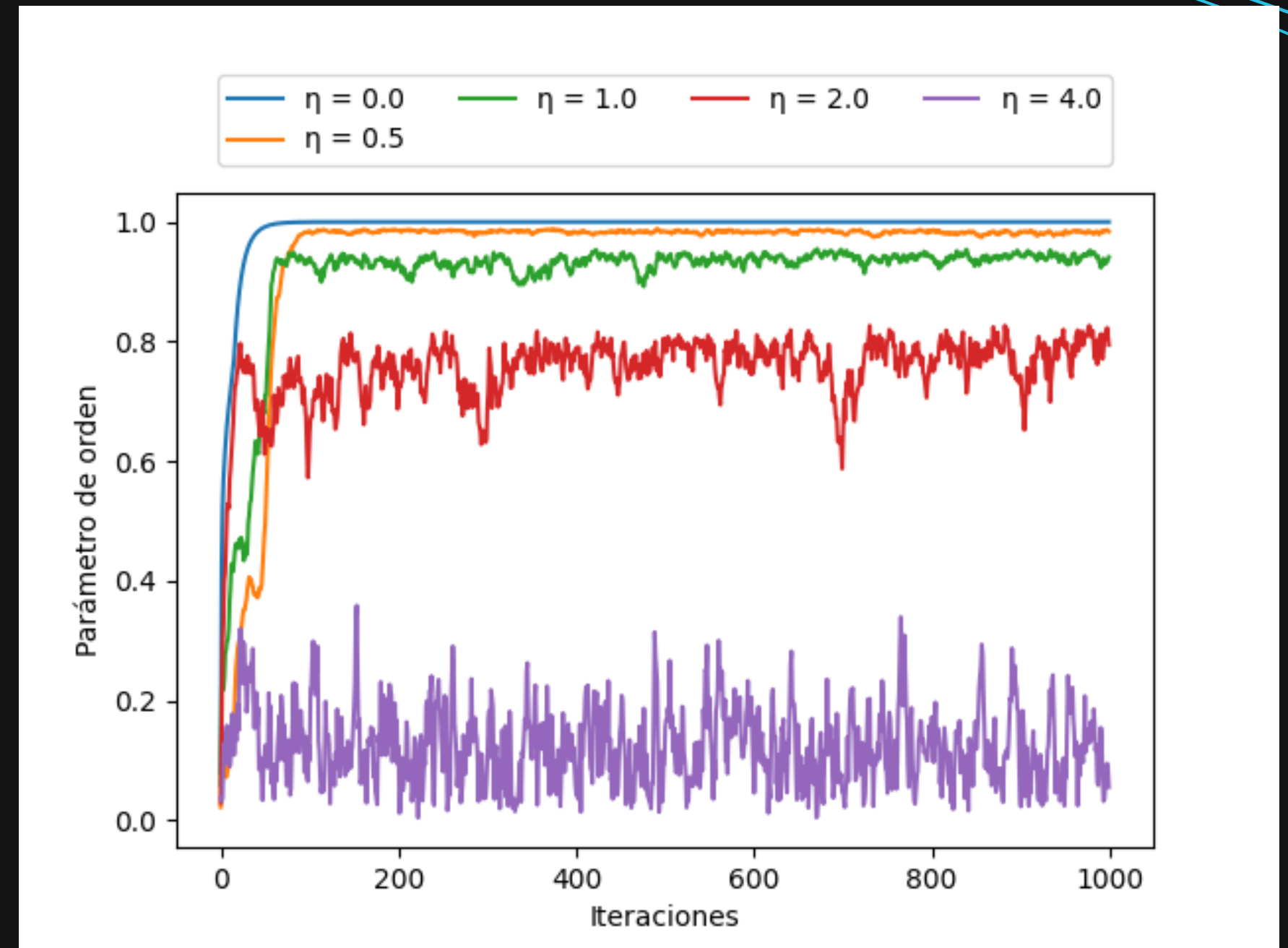
<https://youtu.be/rSyCvSQyrWY>



Animación $N=500$, $L=10$, $\eta=2$

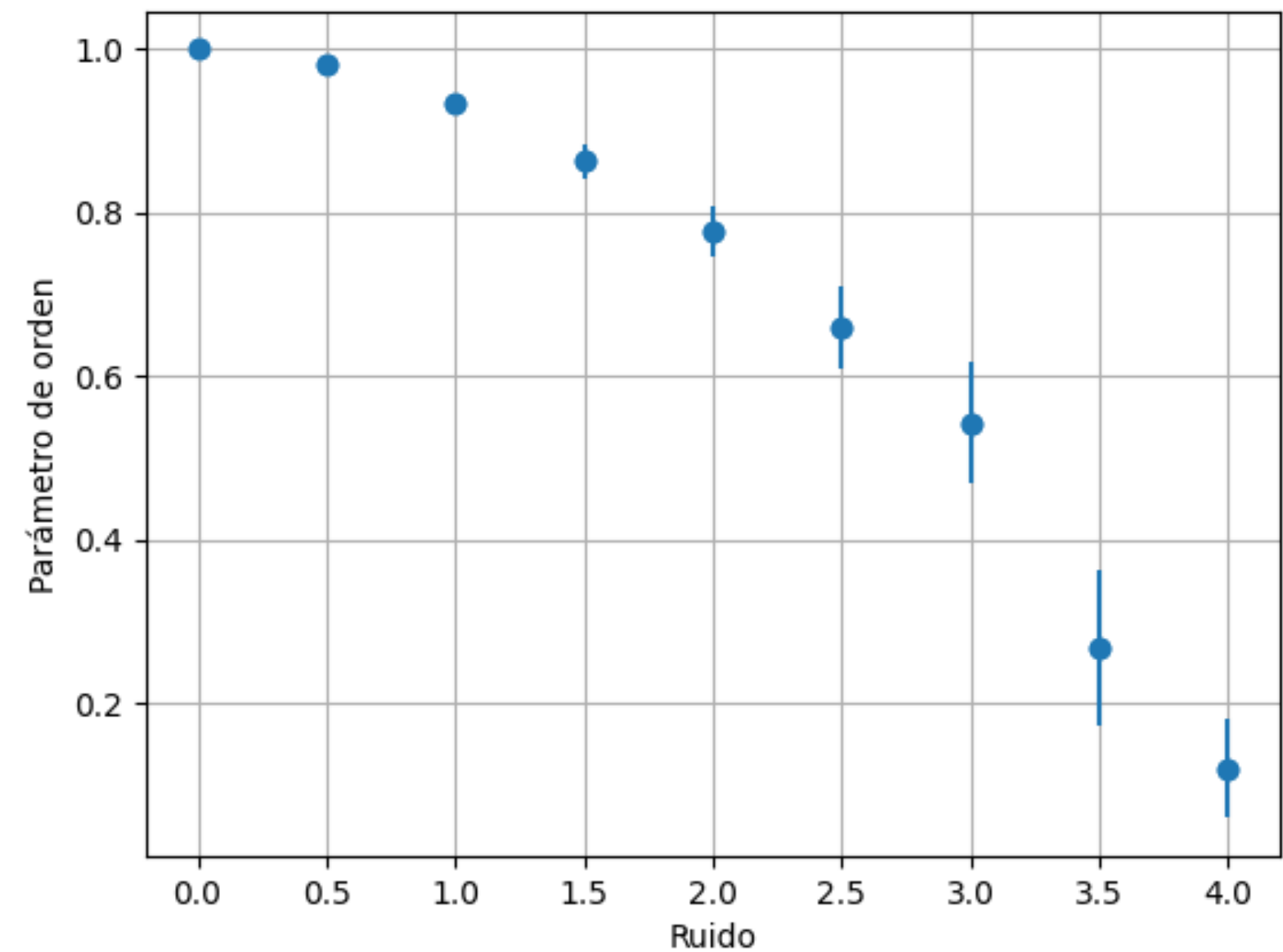
Observable en función del ruido, densidad 5

$N=500$
 $L=10$



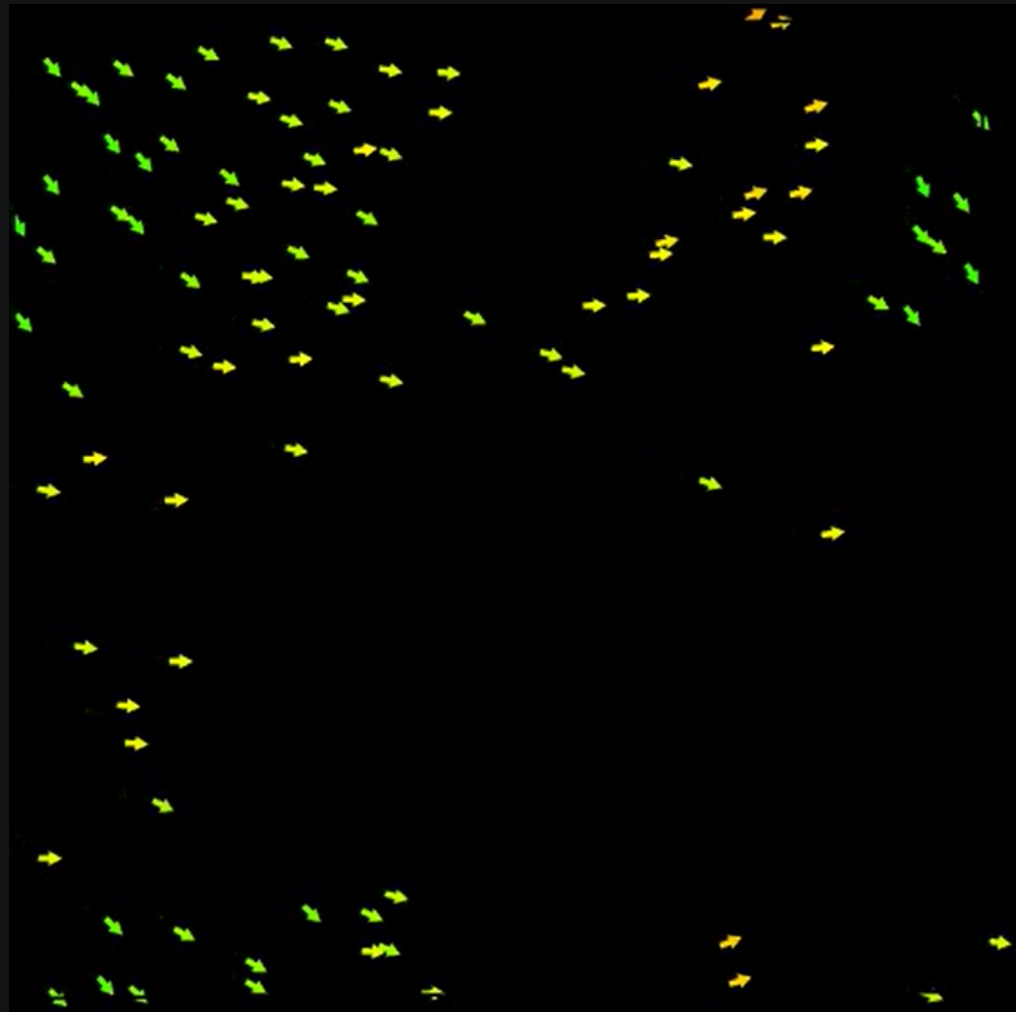
Observable en función del ruido, densidad 5

$N=500$
 $L=10$



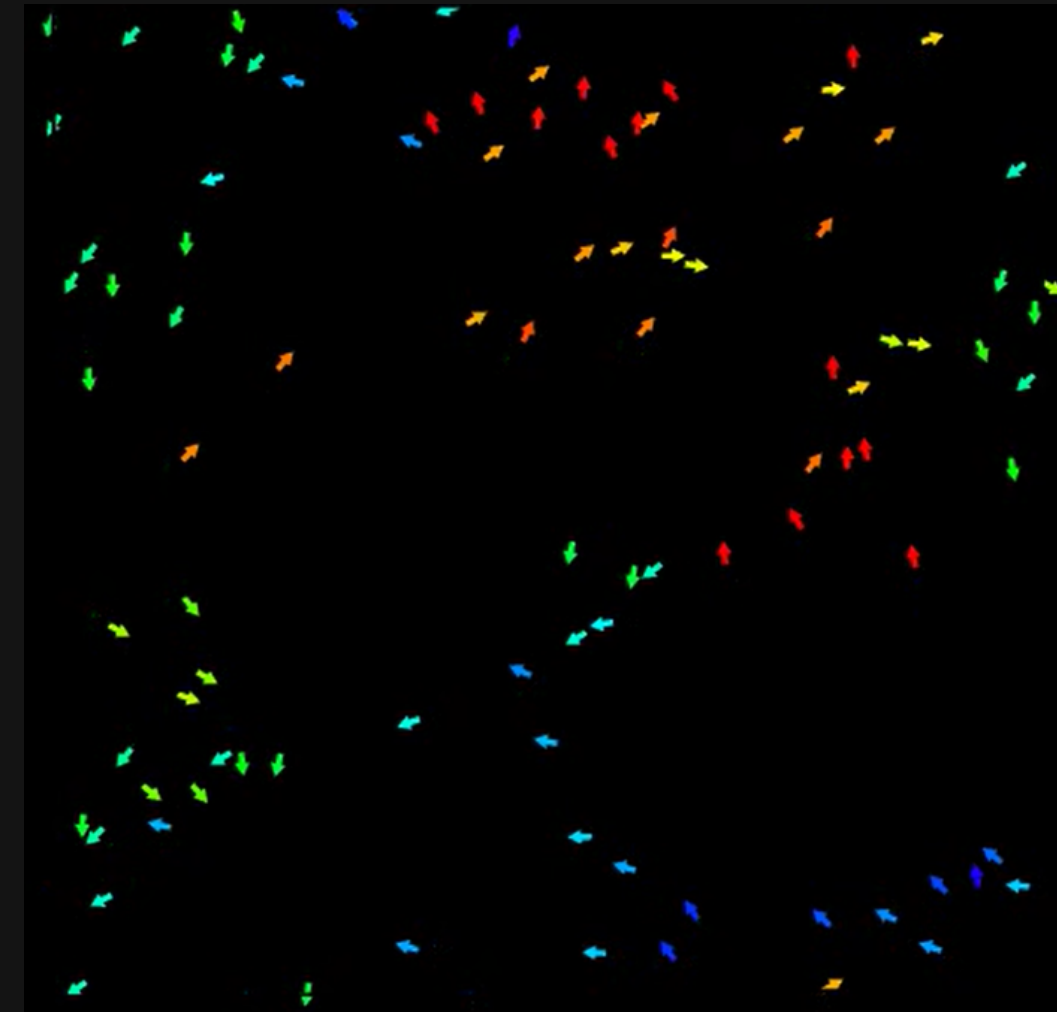
Resultados

<https://youtu.be/7ZvcvsWOqsg>



Animación $N=100$, $L=10$, $\eta=0,5$

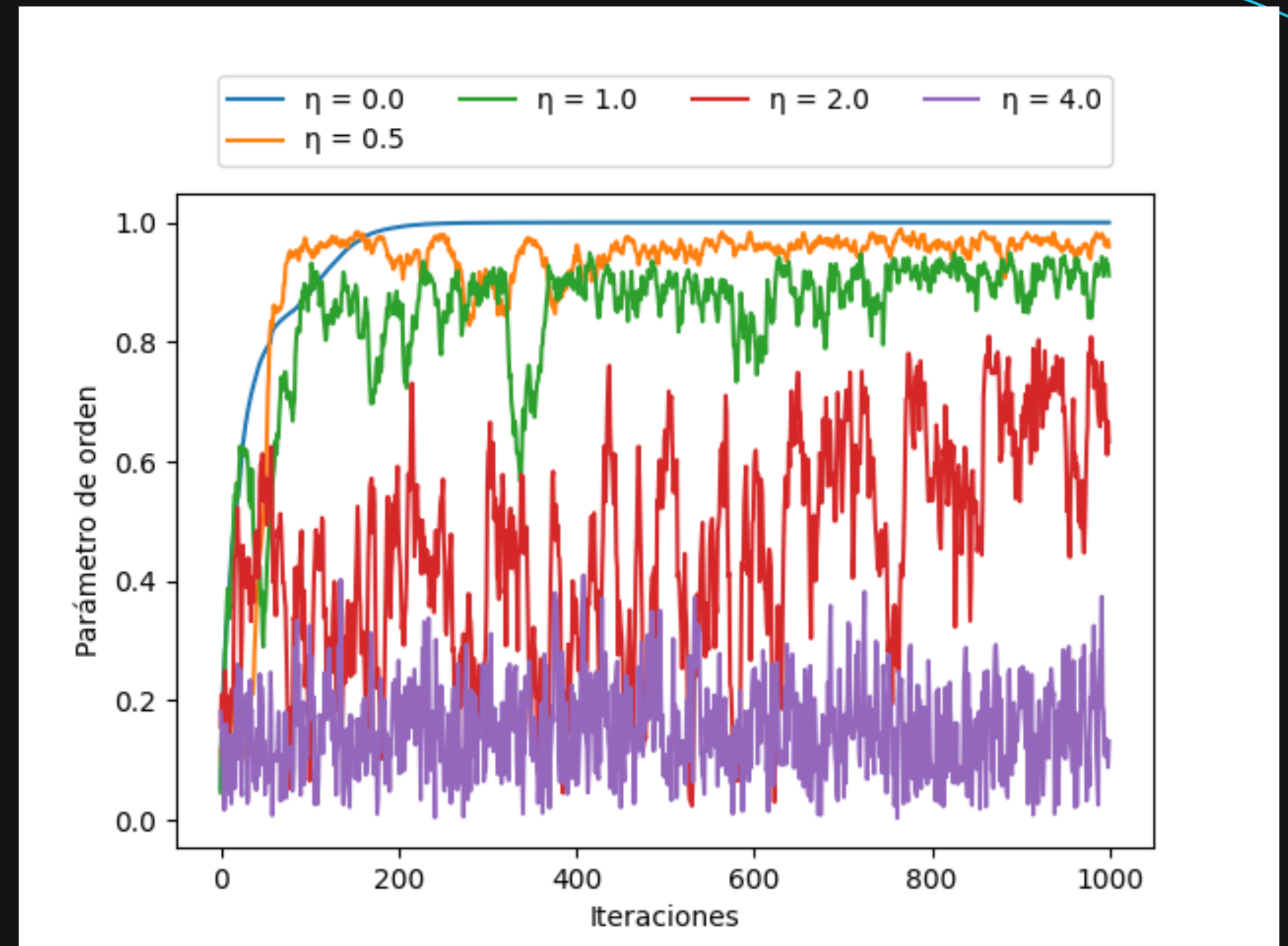
<https://youtu.be/MW0ycgrRf9U>



Animación $N=100$, $L=10$, $\eta=2$

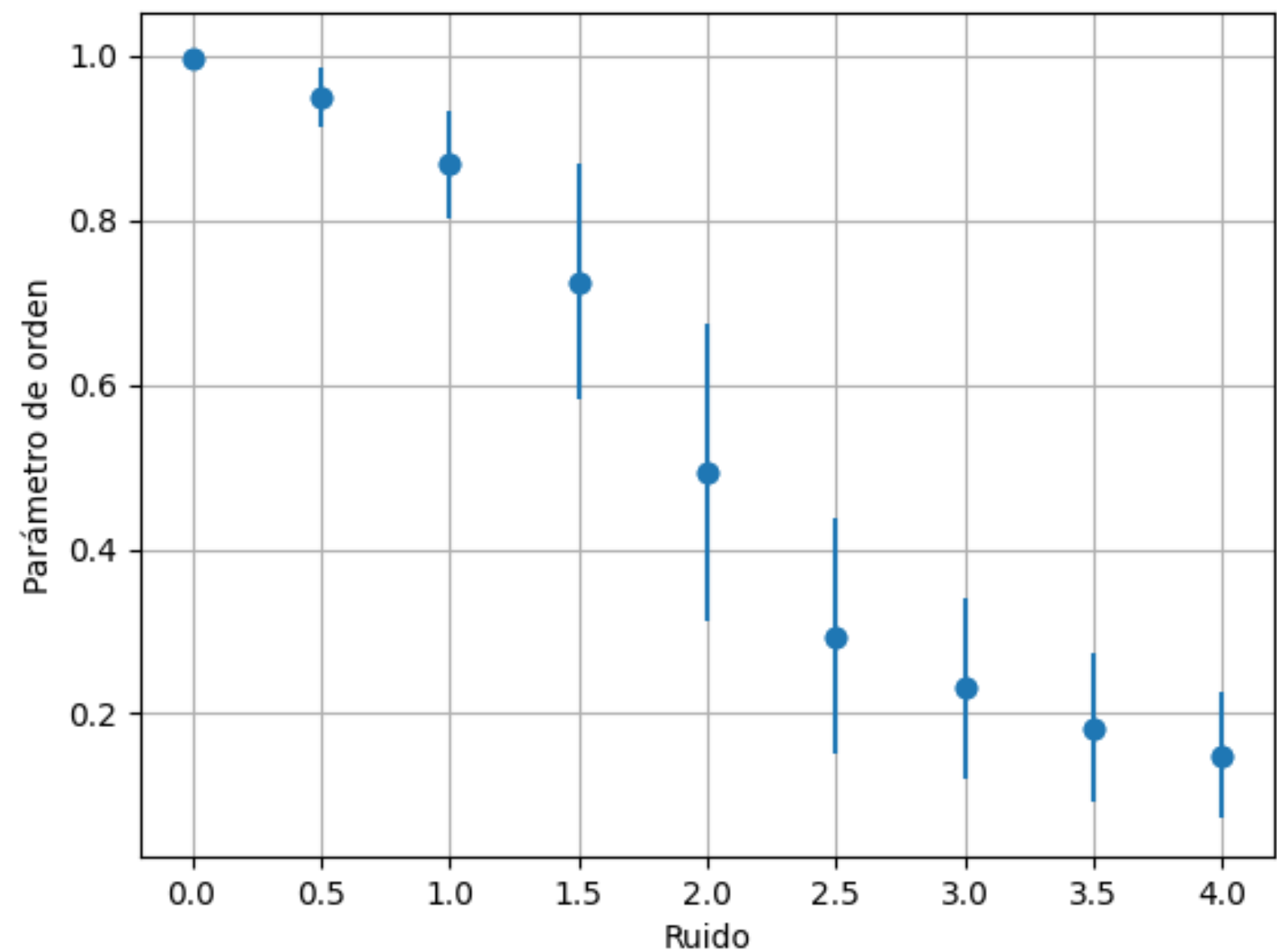
Observable en función del ruido, densidad 1

$N=100$
 $L=10$



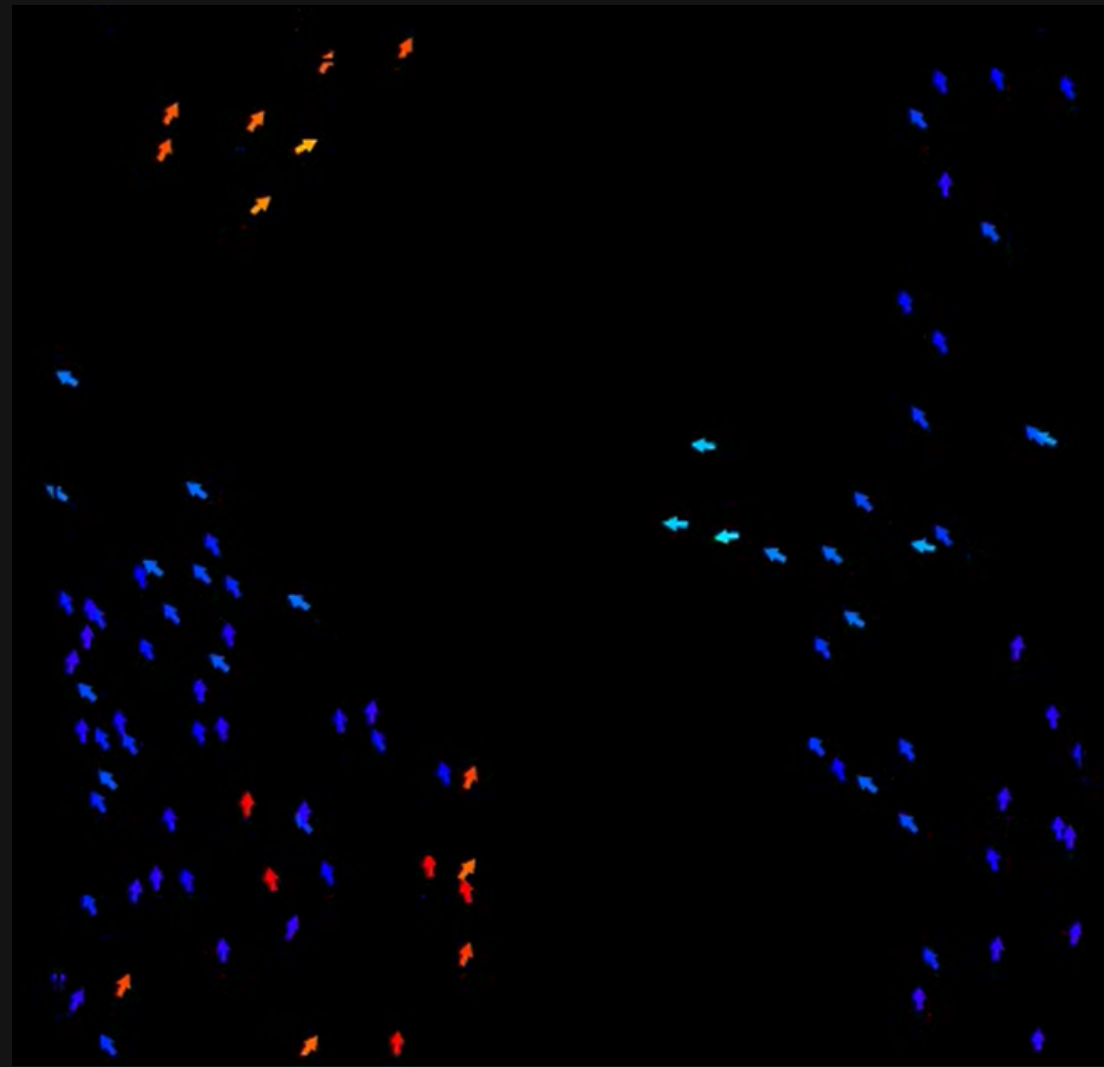
Observable en función del ruido, densidad 1

$N=100$
 $L=10$



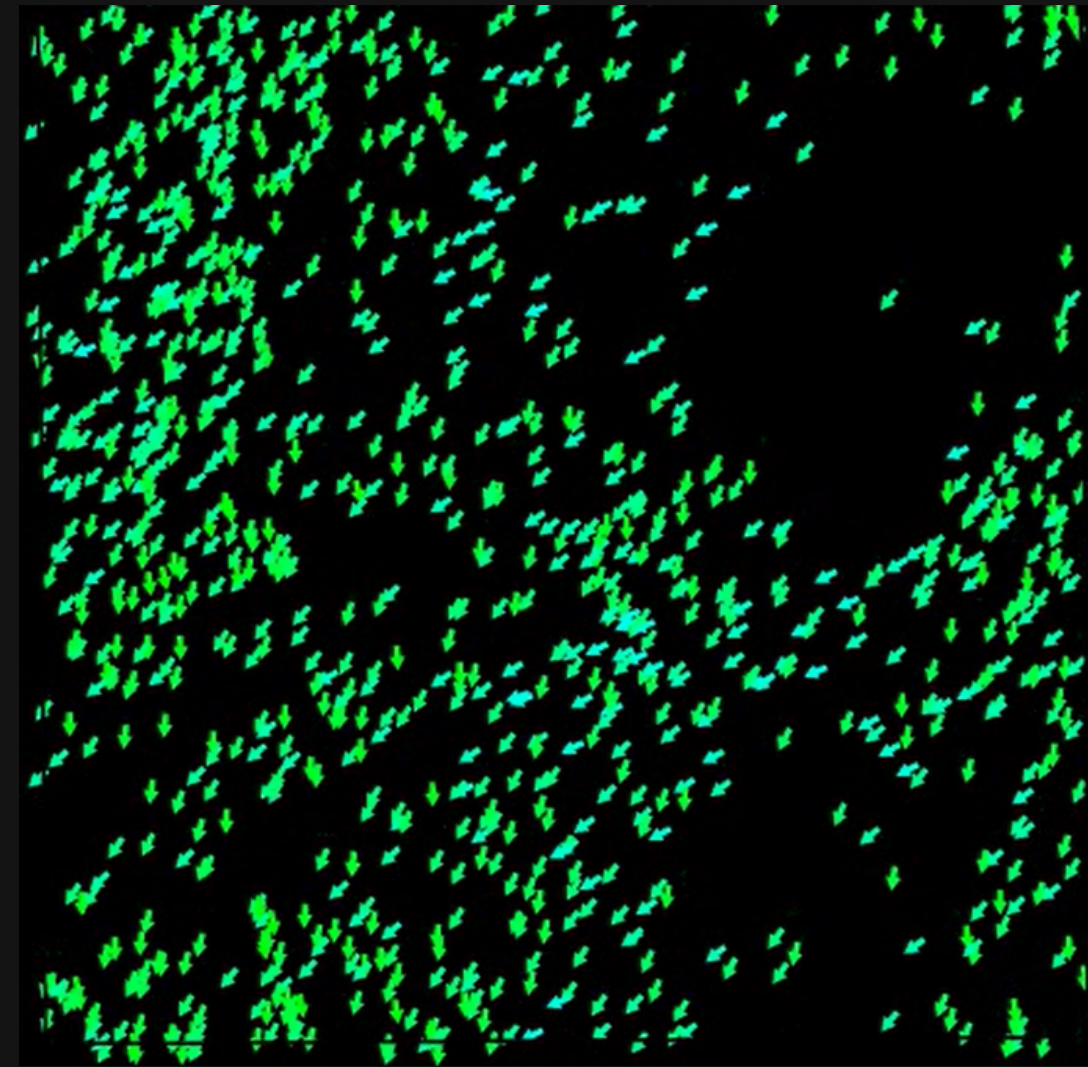
Resultados

<https://youtu.be/sojZz8Yt1kl>



Animación $N=100$, $L=10$, $\eta=1$

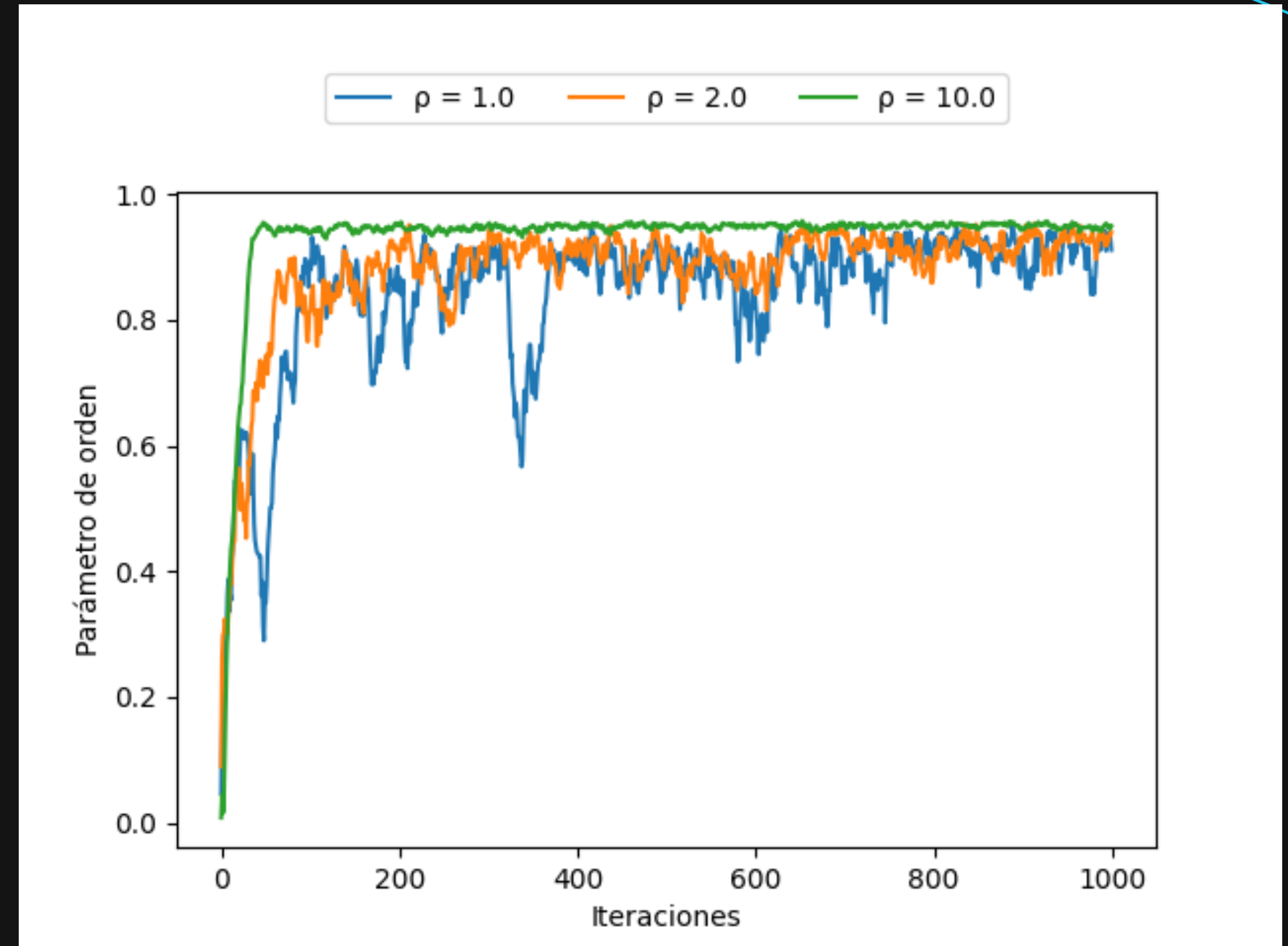
<https://youtu.be/nyJ5ASDf9oc>



Animación $N=1000$, $L=10$, $\eta=1$

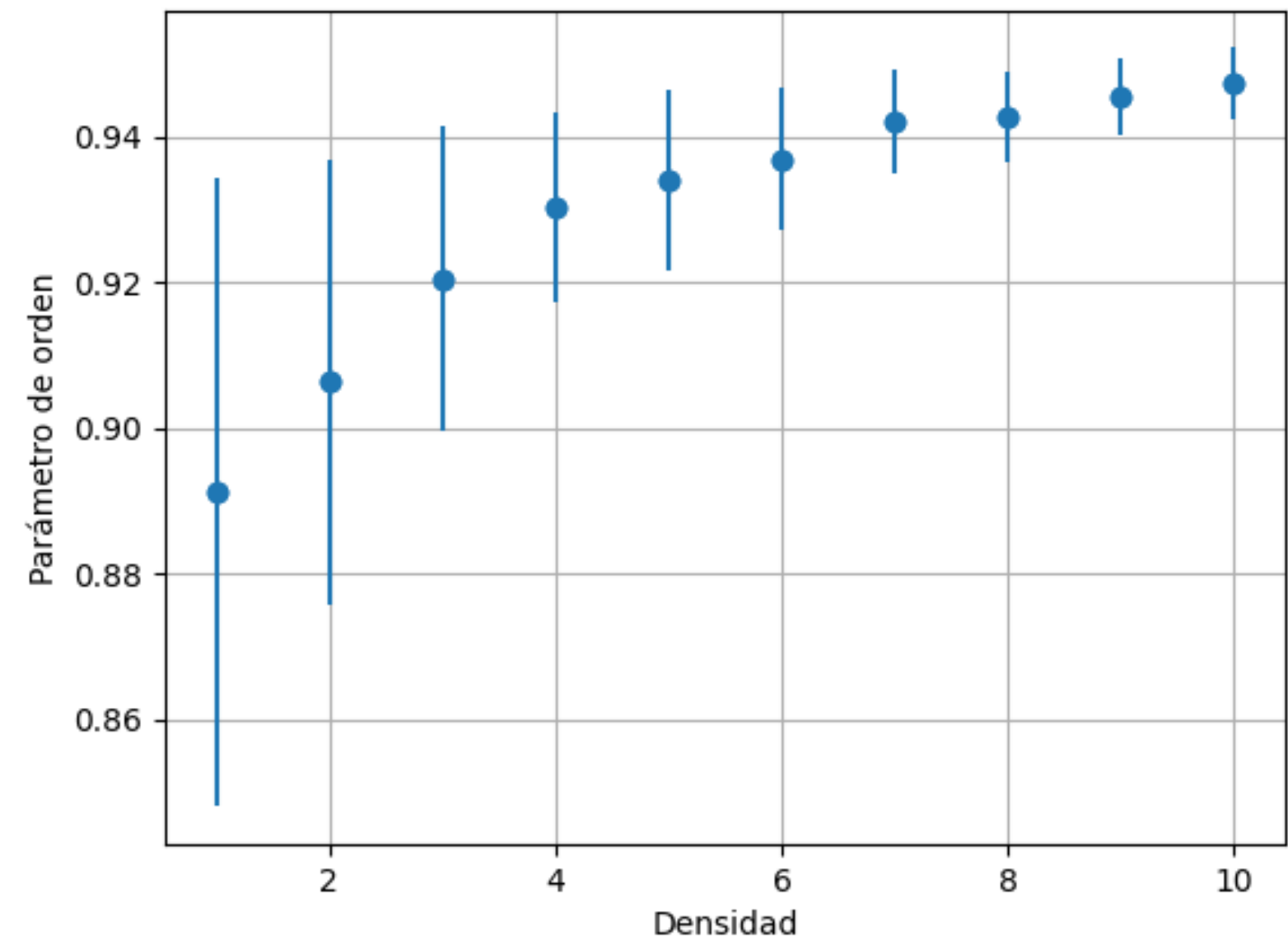
Observable en función de la densidad

$\eta=1$
 $L=10$



Observable en función de la densidad

$\eta=1$
 $L=10$





Conclusiones

A mayor ruido, decrece el parámetro de orden en el estado estacionario

A menor densidad, decrece el parámetro de orden en el estado estacionario

A menor densidad, el ruido tiene una mayor incidencia en el promedio del parámetro de orden en el estado estacionario y en la amplitud de su oscilación

Ruidos más bajos y densidades más altas provocan que el estado estacionario se alcance con mayor rapidez