

TP2: Autómatas celulares

Grupo 5

Tomás Álvarez Escalante (60127)

Lucas Agustín Ferreiro (61595)

Román Gómez Kiss (61003)

TABLA DE CONTENIDOS

01

Introducción

Sistema real y fundamentos

02

Implementación

Arquitectura y algoritmo

03

Simulaciones

Parámetros fijos, observable
y variables a estudiar

04

Resultados

Animaciones y gráficos

05

Conclusiones



01

Introducción

Sistema real y fundamentos

Sistema real

Simular el comportamiento de
agrupamiento de partículas
autopropulsadas



Sistemas biológicos reales
(bandadas de aves,
rebaños de ovejas, etc.)



Fundamentos

Cada agente se desplaza

└───────────> el sistema evoluciona con MRU:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t)\Delta t$$

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

Promedio de los ángulos

$$\langle \theta(t) \rangle_r = \text{atan2} \left[\frac{\langle \sin(\theta(t)) \rangle_r}{\langle \cos(\theta(t)) \rangle_r} \right]$$

- $x_i(t)$ posición en el tiempo t
- $v_i(t)$ velocidad en el tiempo t
- Δt paso temporal
- $\theta_i(t)$ ángulo en el tiempo t
- $\langle \theta_i(t) \rangle_r$ promedio de los ángulos de todas las partículas que se encuentran dentro del radio de interacción r
- $\Delta \theta \in [-\eta/2; \eta/2]$ valor de ruido uniforme
- η amplitud de ruido

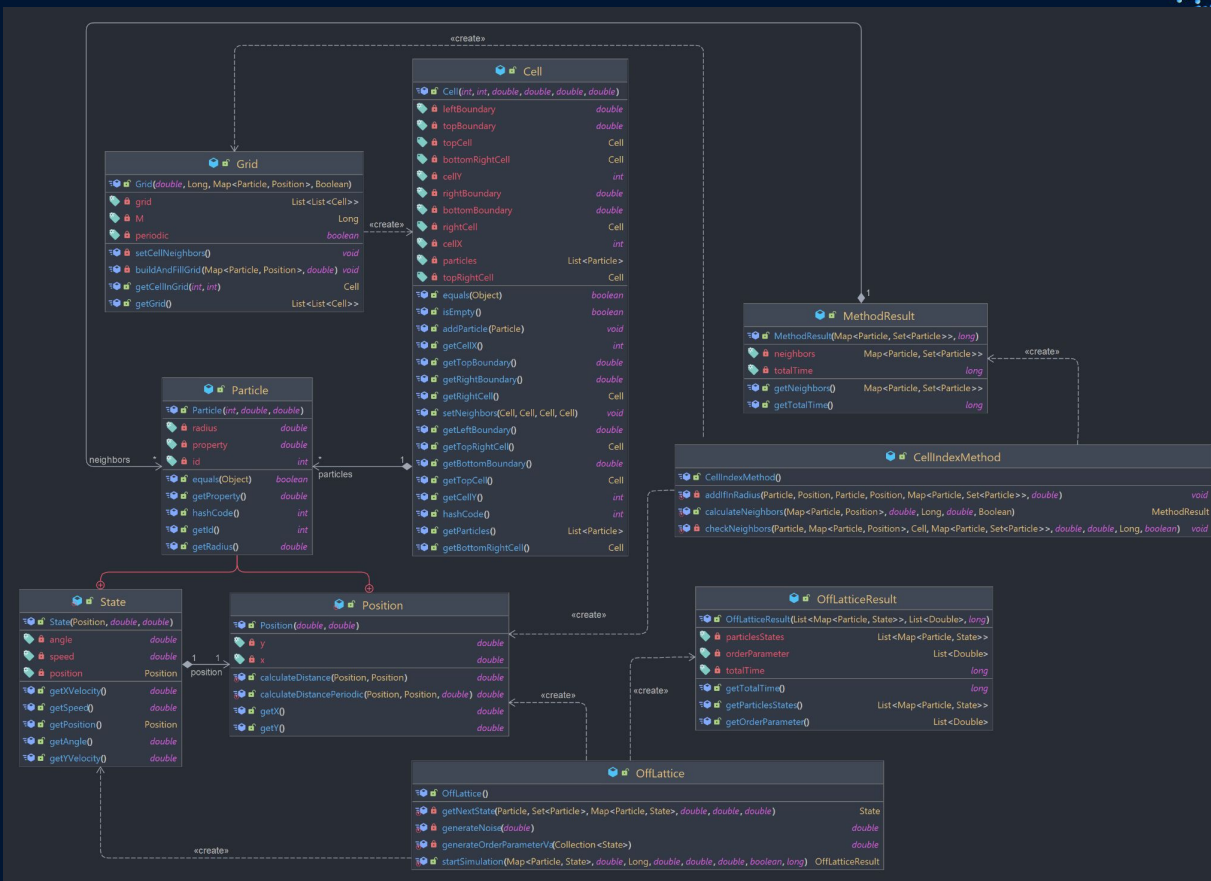


02

Implementación

Arquitectura y algoritmo

Diagrama UML



Algoritmo

Algorithm 1: Algoritmo del modelo Off-Lattice

for *tiempo t* **do**

 Guardar la posición y velocidad de la partículas en el instante t ;

 Actualizar la posición de las partículas para el instante $t+1$;

for *partícula* **do**

 Calcular sus vecinos usando Cell Index Method;

 Mover la partícula;

 Calcular la nueva velocidad de la partícula;

 Actualizar la nueva velocidad de la partícula;

 Actualizar la celda donde se encuentra la partícula;

03

Simulaciones

Parámetros fijos, observable y variables a estudiar

Parámetros

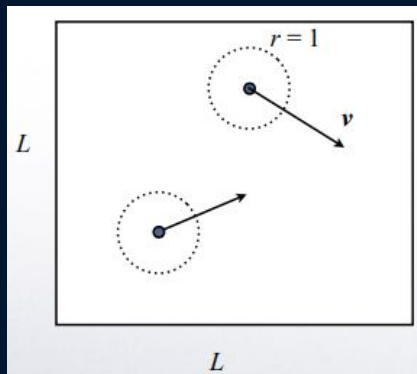
- Cantidad de partículas N
- Largo del área de simulación L
- Amplitud de ruido η

Variables fijas

- Velocidad $v = 0.03$
- Radio de interacción $r_c = 1.0$
- Paso temporal $\Delta t = 1$
- 2000 iteraciones fueron apropiadas para asegurarnos de alcanzar el estado estacionario.

Las partículas son puntuales y los contornos periódicos

Se genera una disposición inicial aleatoria de las partículas para posteriormente simular la evolución temporal del mismo.



Observable

Velocidad promedio normalizada

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

- **N** → cantidad de partículas
- **v** → módulo de velocidad de las partículas

Los promedios se calculan según el promedio aritmético.

Variables a estudiar

1. Efecto del ruido η y la densidad $\rho = N/L^2$ sobre el parámetro de orden v_a
2. Pruebas a densidad constante variando η entre 0 y 5.
3. Pruebas variando densidad entre 1 y 10 con distintos valores de ruido.
4. v_a tiende a 0 \rightarrow partículas desordenadas.
5. v_a tiende a 1 \rightarrow partículas polarizadas.



04

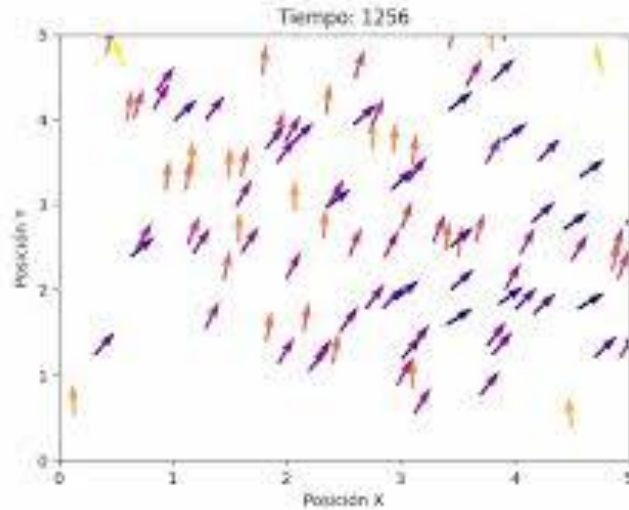
Resultados

Animaciones y gráficos



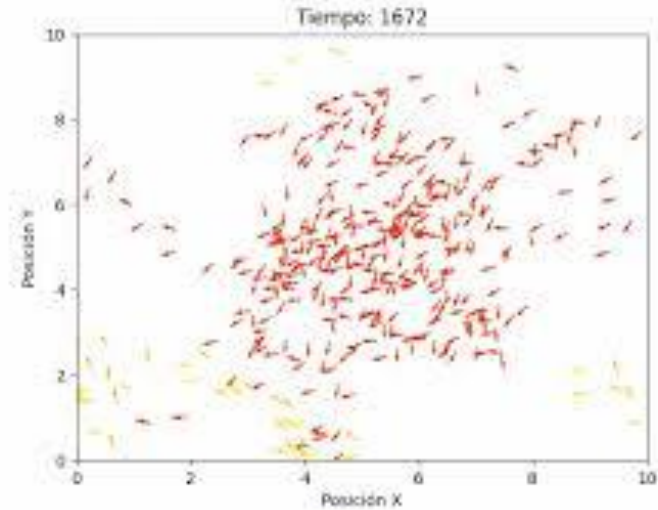
Variación de v_a a densidad constante y distintos ruidos

Animaciones con $\rho=4$ y distinto ruido



$N=100, L=5, \rho=4$
 $\eta = 1$

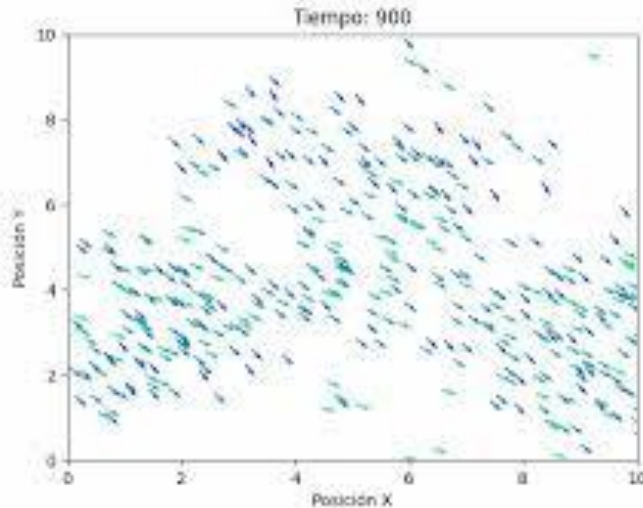
Polarización



$N=100, L=5, \rho=4$
 $\eta = 2.5$

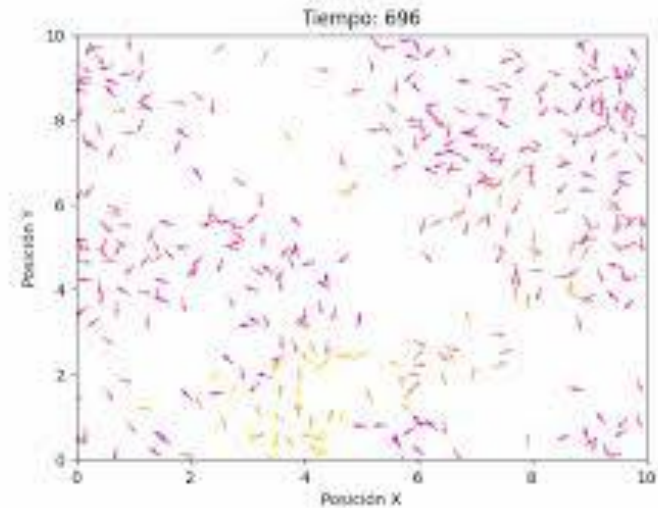
**Se mueven con cierta
correlación y poco desorden**

Animaciones con $\rho=4$ y distinto ruido



$N=400$, $L=10$, $\rho=4$
 $\eta=0.5$

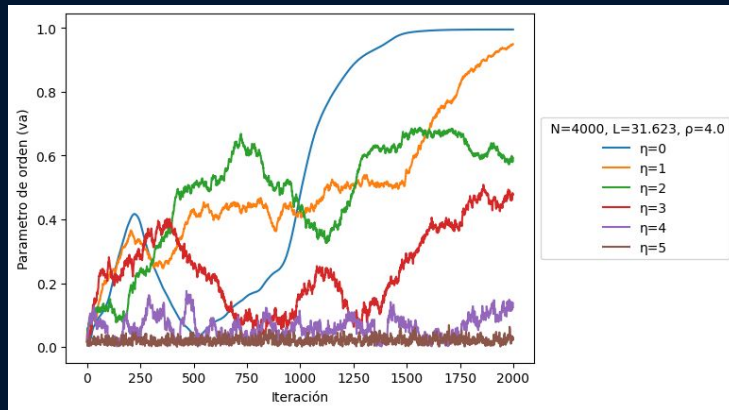
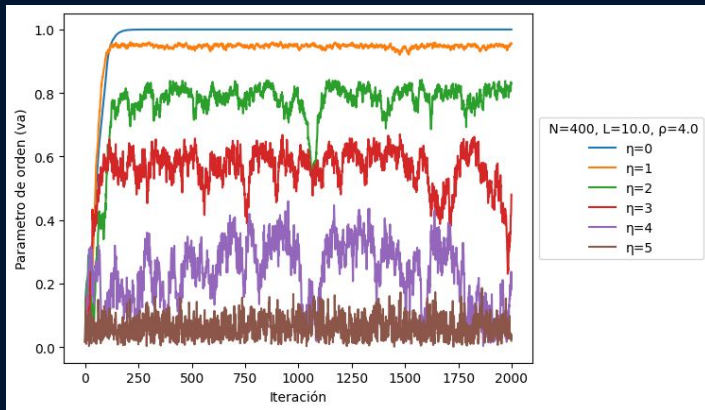
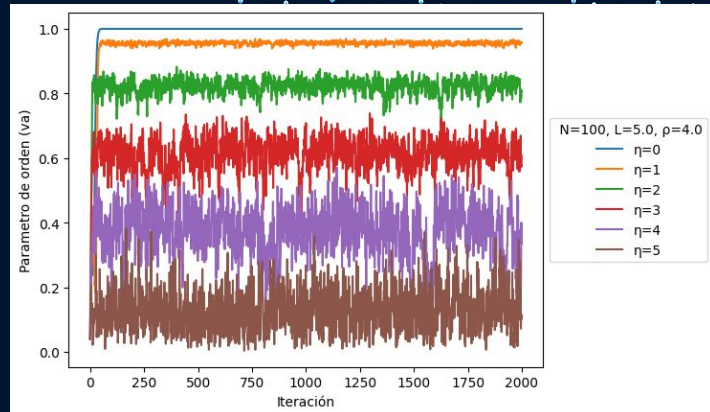
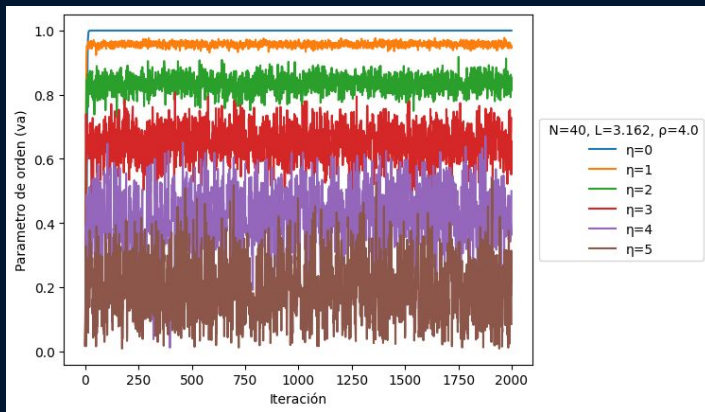
Polarización



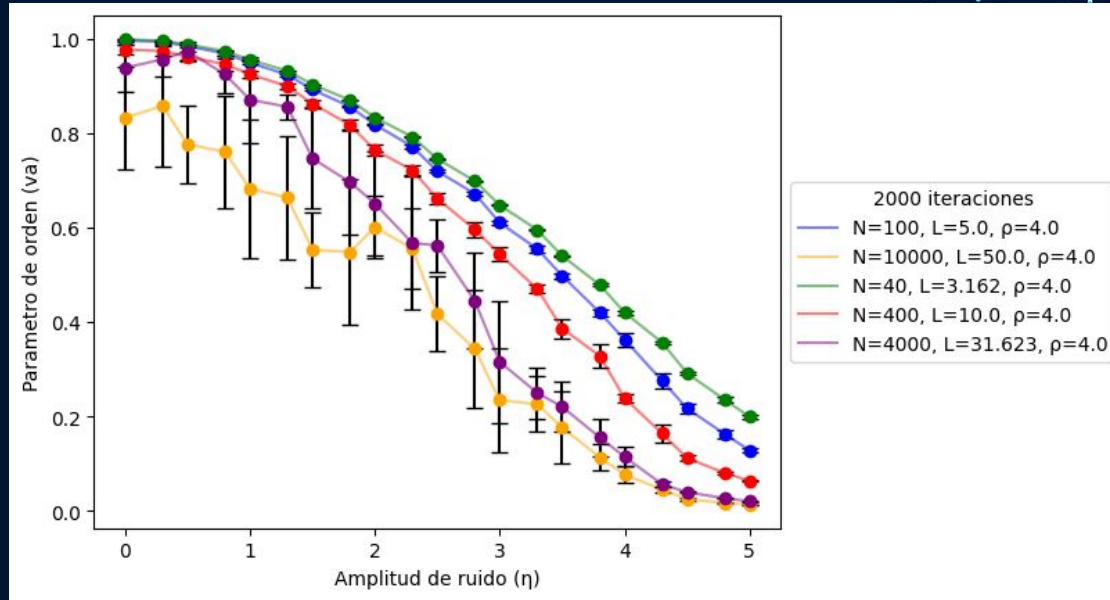
$N=400$, $L=10$, $\rho=4$
 $\eta=4$

Desorden alto

Evolución de v_a en iteraciones con diferente ruido y distintas combinaciones de densidad



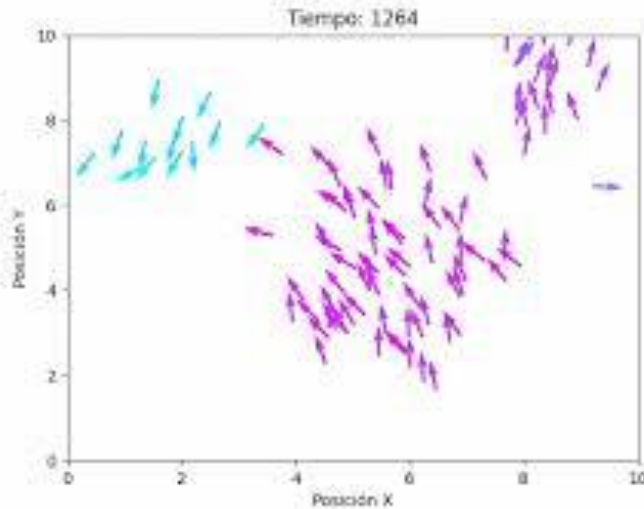
Promedio de v_a en el estado estacionario para 5 simulaciones en función de η



A mayor N, el promedio de v_a muestra resultados más irregulares, pues es mayor el tiempo que se tarda en converger al estado estacionario y hay mayores fluctuaciones en los valores de v_a

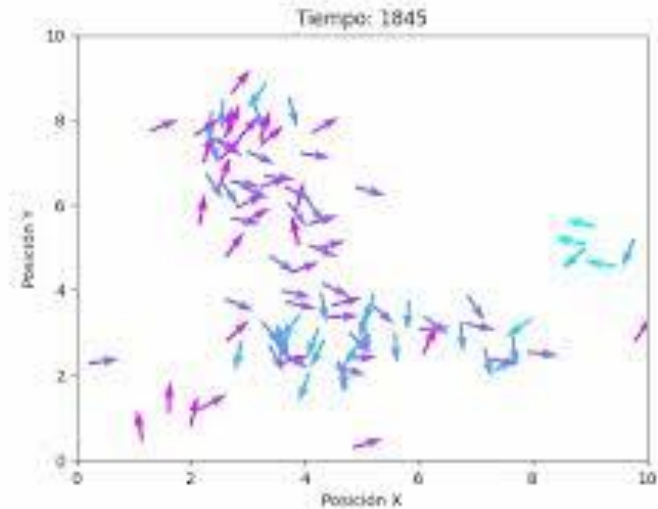
Variación de v_a con distintos valores de densidad

Animaciones con $\rho=1$ y distinto ruido



$N=100$, $L=10$, $\rho=1$
 $\eta=1$

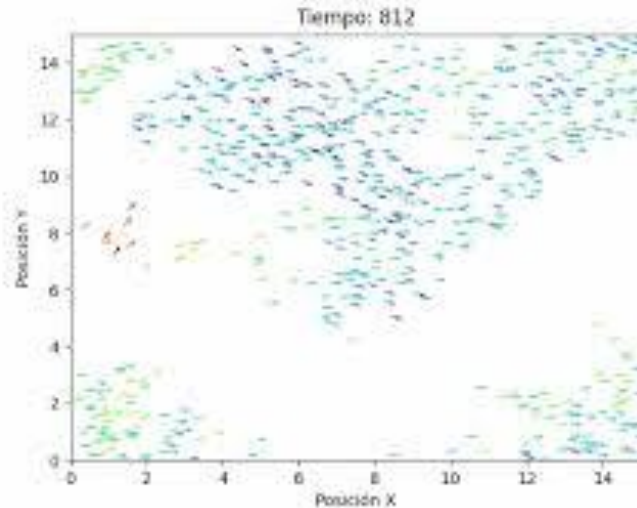
Forman grupos y se
mueven coherentemente



$N=100$, $L=10$, $\rho=1$
 $\eta=3$

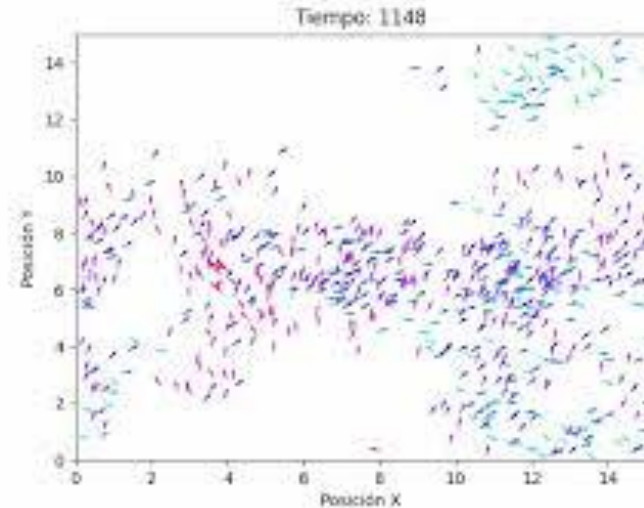
Desorden alto, intentan
formar grupos

Animaciones con $\rho=3.11$ y distinto ruido



$N=700$, $L=15$, $\rho=3.11$
 $\eta = 0.5$

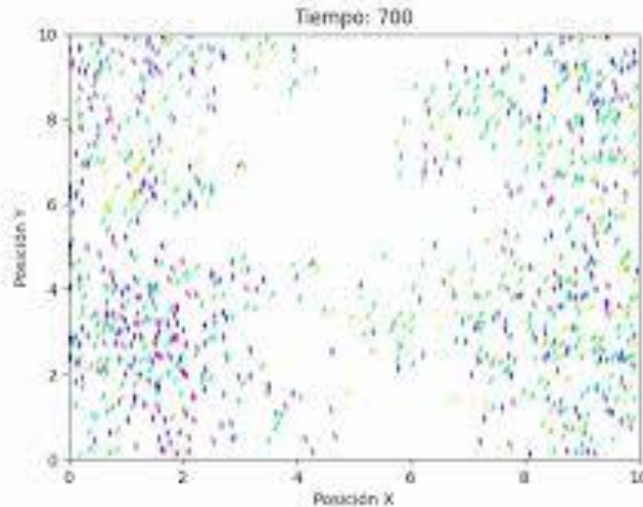
Polarización



$N=700$, $L=15$, $\rho=3.11$
 $\eta = 2$

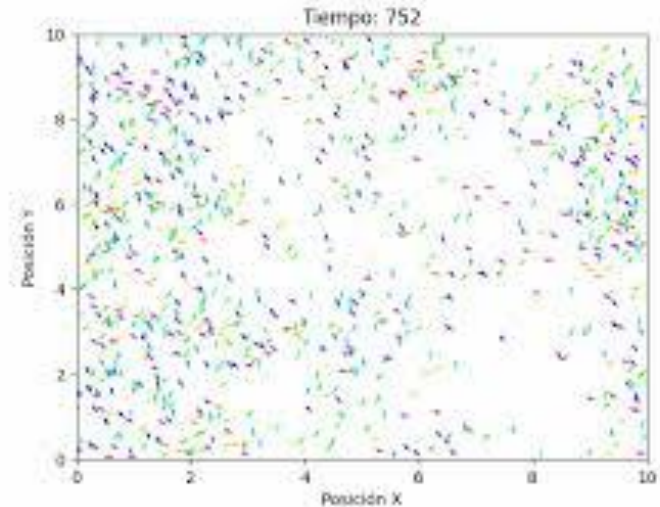
Se mueven coherentemente
con cierto desorden

Animaciones con $\rho=10$ y distinto ruido



$N=1000$, $L=10$, $\rho=10$
 $\eta=1$

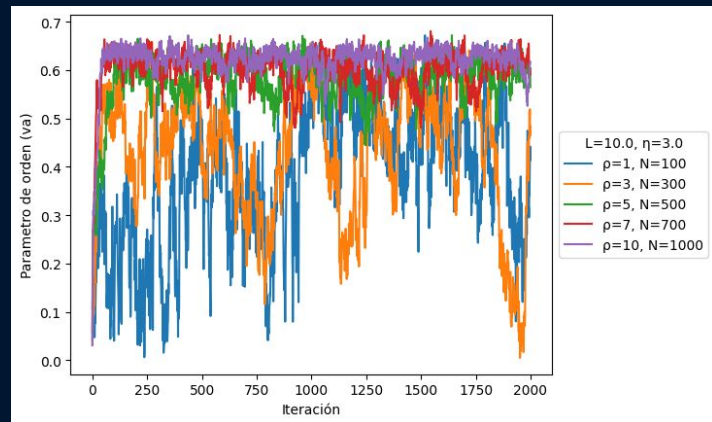
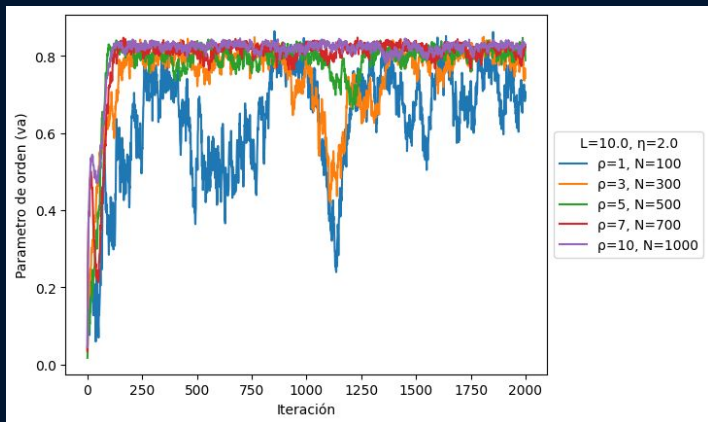
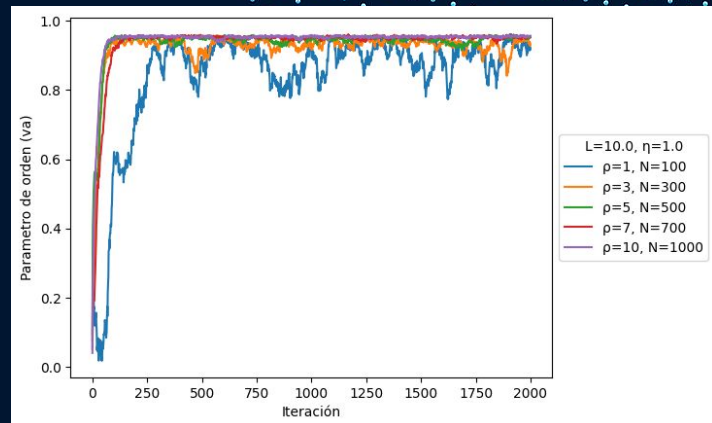
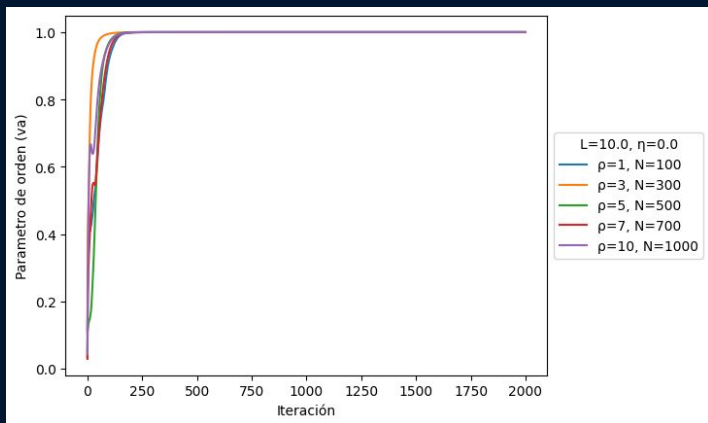
Polarización



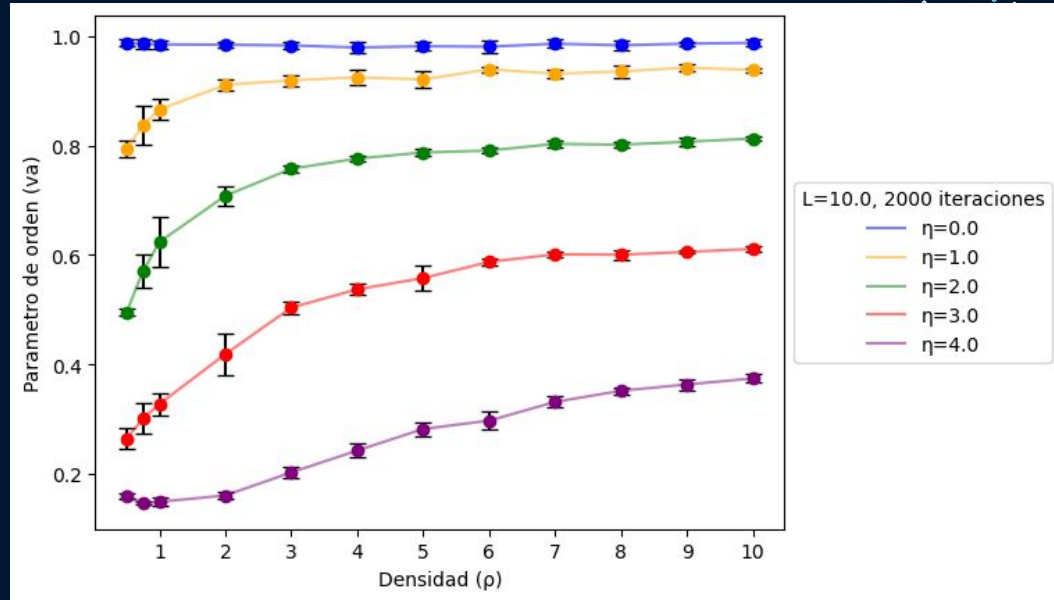
$N=1000$, $L=10$, $\rho=10$
 $\eta=3$

Aumenta el desorden, pero se
mueven con cierta correlación.

Evolución de v_a en iteraciones para distintas densidades con el mismo ruido



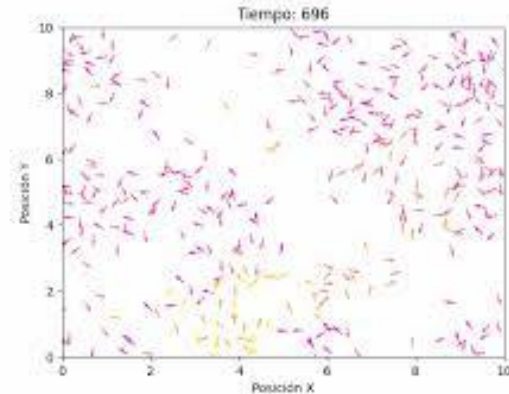
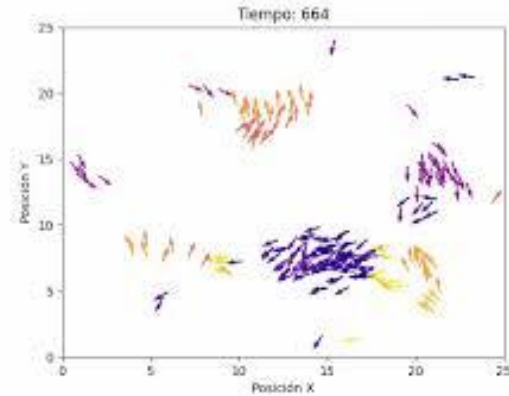
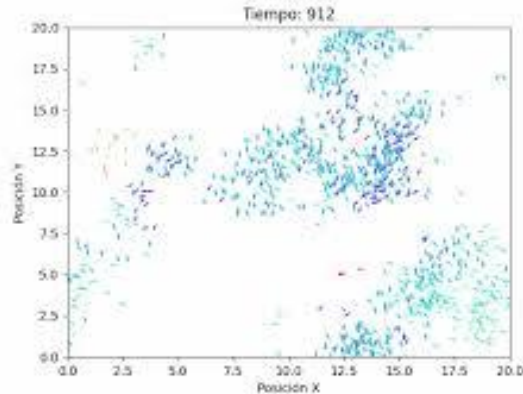
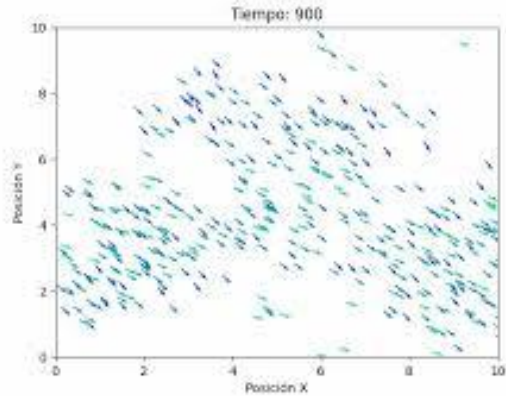
Promedio de v_a en el estado estacionario para 5 simulaciones función de ρ



Mayor densidad conduce a una polarización más marcada en el estado estacionario. A medida que aumenta el ruido, se alcanza el estado estacionario con valores de v_a más bajos.

Comportamientos observados

$N=400$
 $L=10$
 $\rho=4$
 $\eta=0.5$



$N=200$
 $L=25$
 $\rho=0.32$
 $\eta=1$

$N=400$
 $L=10$
 $\rho=4$
 $\eta=4$

05

Conclusiones

Conclusiones

1. A mayor nivel de ruido se reduce la polarización de las partículas en el estado estacionario.
2. A menor nivel de densidad, las partículas son más susceptibles a la influencia del ruido, observándose una alta variabilidad de v_a lo largo de las iteraciones.
3. A niveles constantes de ruido, una mayor densidad presenta mayor uniformidad en v_a (es decir, ocurre polarización).
4. Para valores de densidad y ruidos bajos, las partículas tienden a formar grupos, moviéndose coherentemente en direcciones aleatorias.
5. Las configuraciones que polarizan convergen más rápido.



¡Muchas gracias!