

72.25 - Simulación de Sistemas

Autómatas Celulares

Off-Lattice - Bandadas de Agentes Autopropulsados


Julián Francisco Arce

Roberto José Catalán

Gian Luca Pecile




1.1 Introducción

- Como objetivo se busca representar el comportamiento de sistemas de partículas autopropulsadas.
 - La implementación actúa como motor de la simulación para el modelo.
 - Se definen variables observables que luego son analizadas cuantitativamente.
- 



1.2 Sistema Real

- Agentes autopropulsados que interactúan forman grupos que siguen una misma orientación.
 - Sistemas biológicos poseen este comportamiento, como por ejemplo:
 - Bandadas de aves
 - Rebaños de ovejas
 - Enjambres de langostas
- 



1.3 Fundamentos

- Autómata Celular: Off-Lattice
- Evolución Temporal:

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

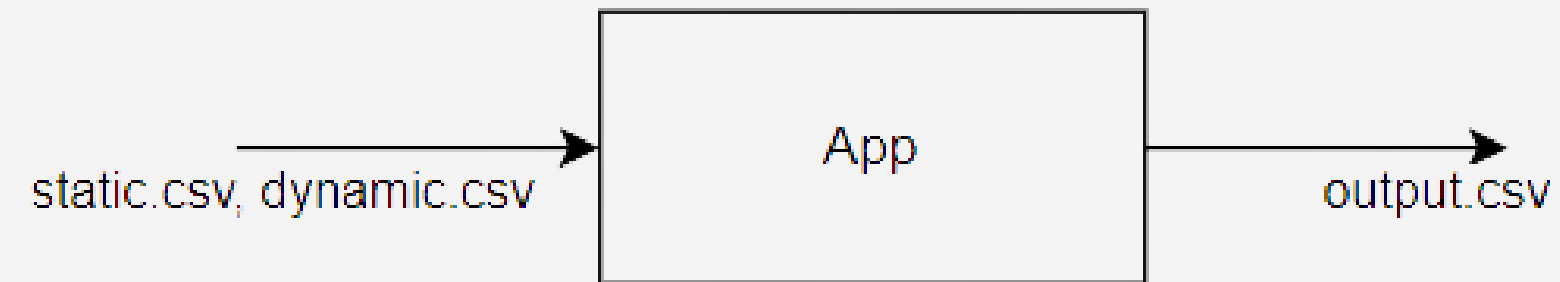
$$\theta(t + 1) = \langle \theta(t) \rangle_r + \Delta \theta,$$


2. Implementación

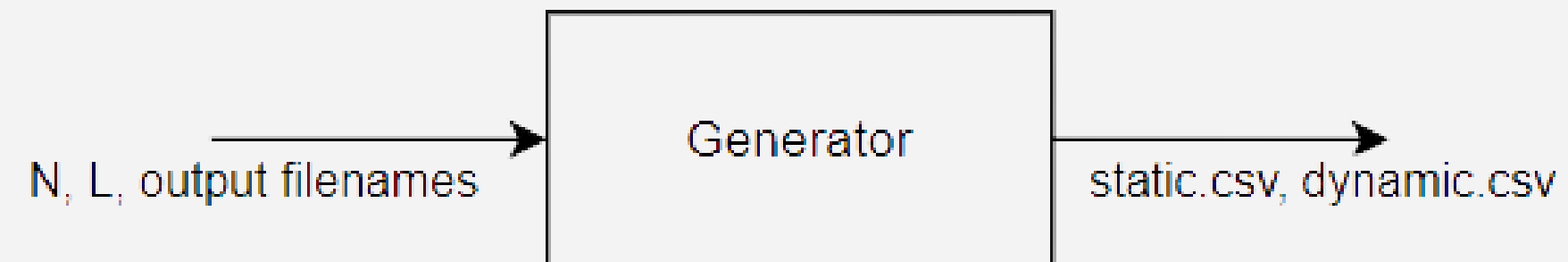
5

2.1 Programas

- App Off-Lattice



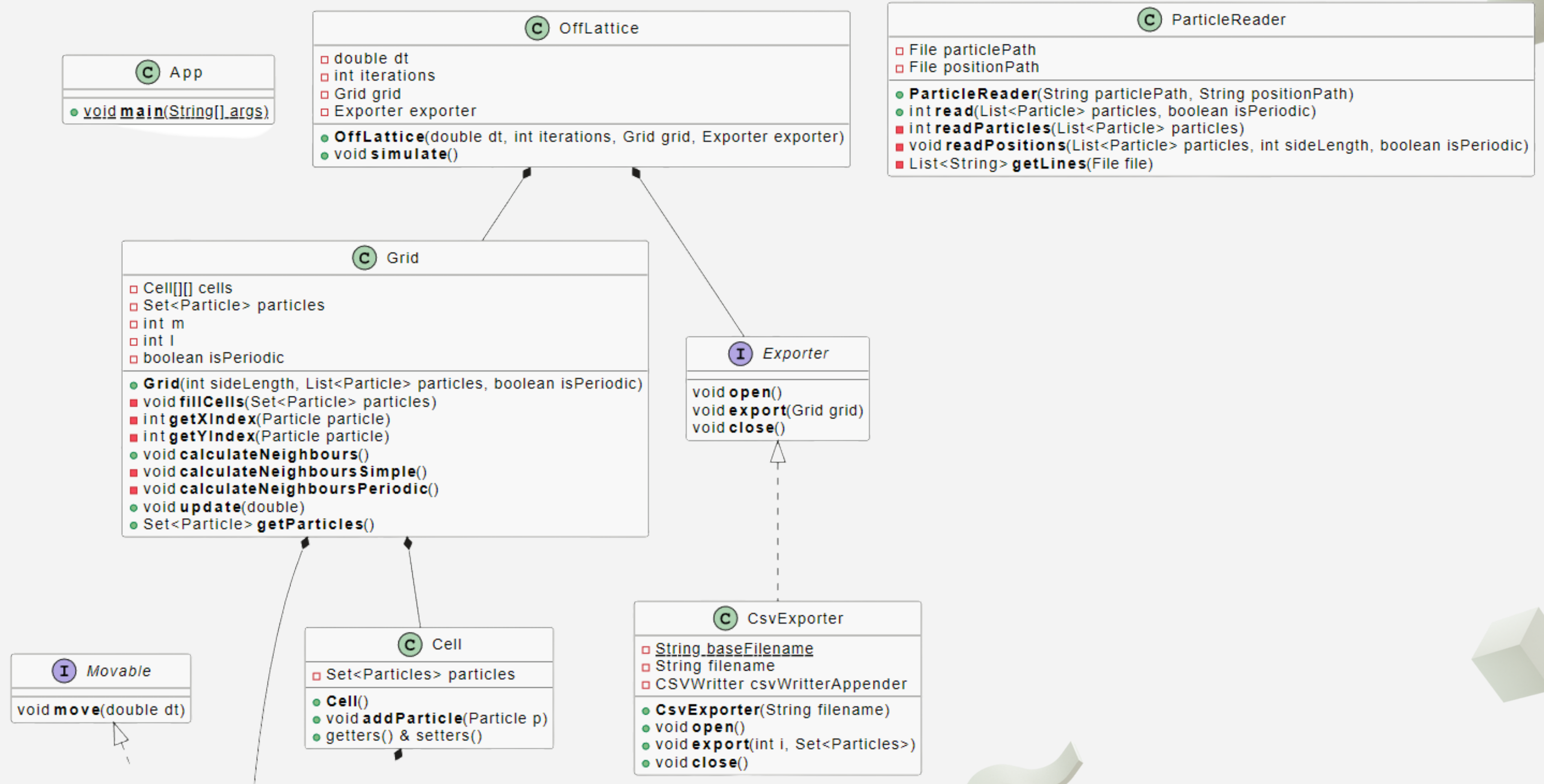
- Generator



2. Implementación

6

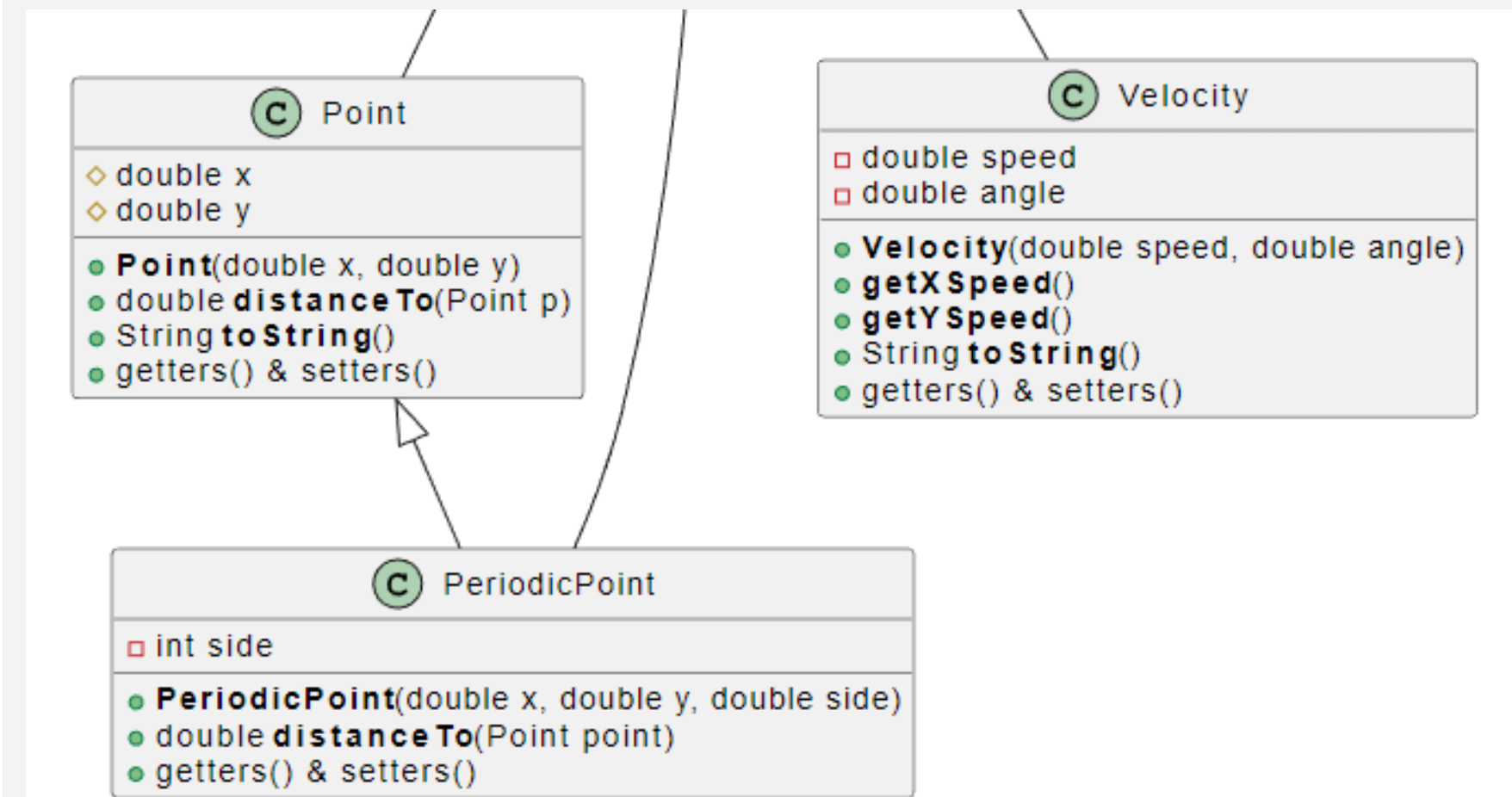
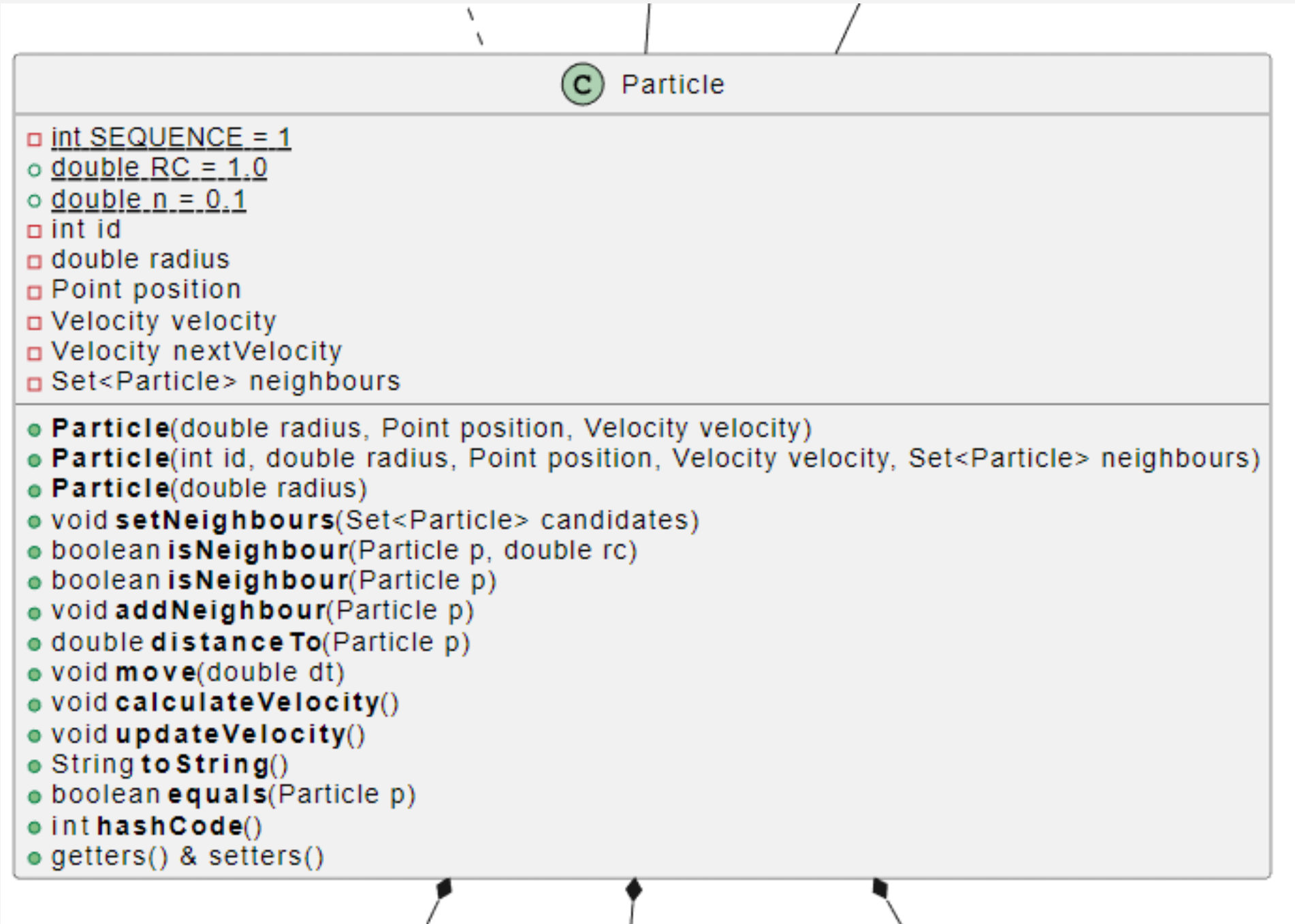
2.2 Arquitectura - Diagrama UML



2. Implementación

7

2.2 Arquitectura - Diagrama UML



2. Implementación

2.3 Modelo

En cada iteración de tiempo:

- Exportar posición y velocidad de las partículas en el instante t
- Actualizar las partículas para el instante $t+1$
 - Calcular vecinos de cada partícula
 - Mover cada partícula
 - Calcular la nueva orientación de cada partícula
 - Actualizar la orientación de cada partícula
 - Reposicionar las partículas en las celdas

3. Simulación

3.1 Parámetros

Parámetros Fijos:

- $r = 1.0$
- $v = 0.03$
- $t = 1$

Parámetros Variables:

- Densidad = [0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0, 15.0]
- Ruido = [0, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0]

Iteraciones: 1000

3. Simulación

3.2 Observable

El observable se define como Parámetro de Orden v_a como:

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

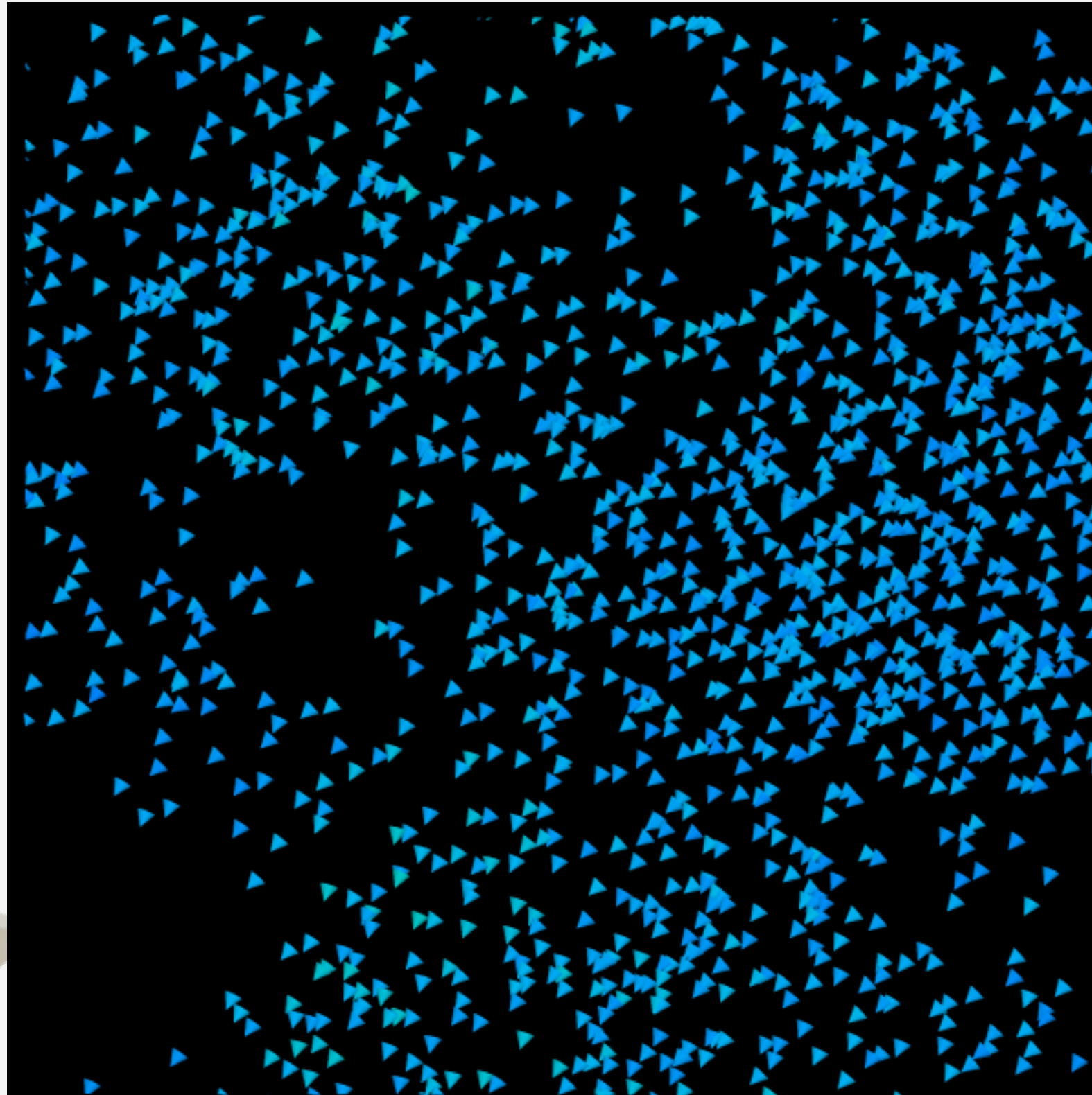
- Tiende a 0 para total desorden.
- Tiende a 1 para partículas polarizadas

En caso de usar promedios, se calculará como el promedio aritmético, y las barras de error se corresponden con el desvío estándar.

4. Resultados

● 11

4.1.1 Animación



$N = 1500$

$L = 10$

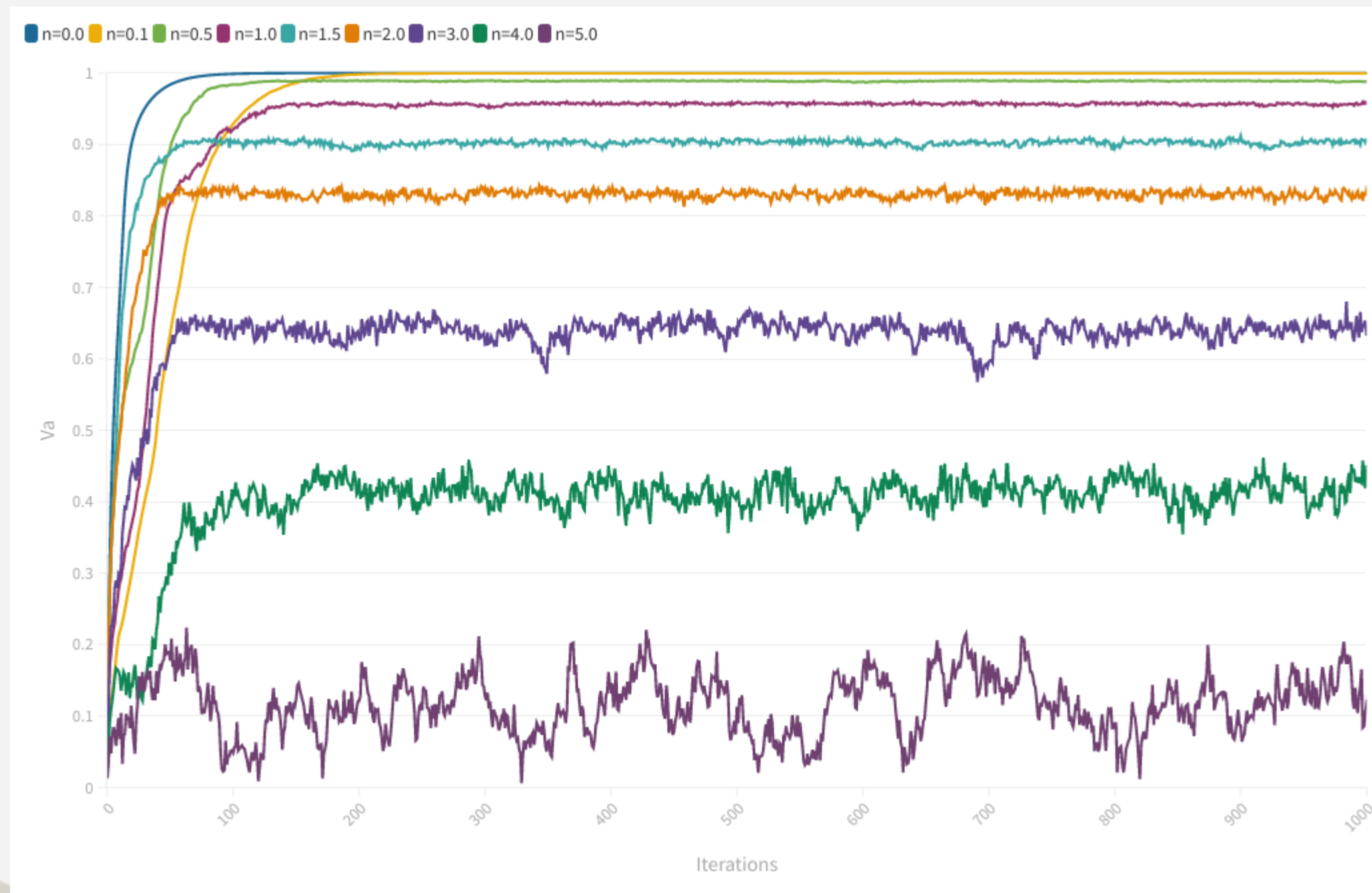
Densidad = 15

Ruido: 0.5

https://youtube.com/shorts/Kk4l_3ne1Os?feature=share

4. Resultados

4.1.2 Va en función de las iteraciones



$N = 1500$

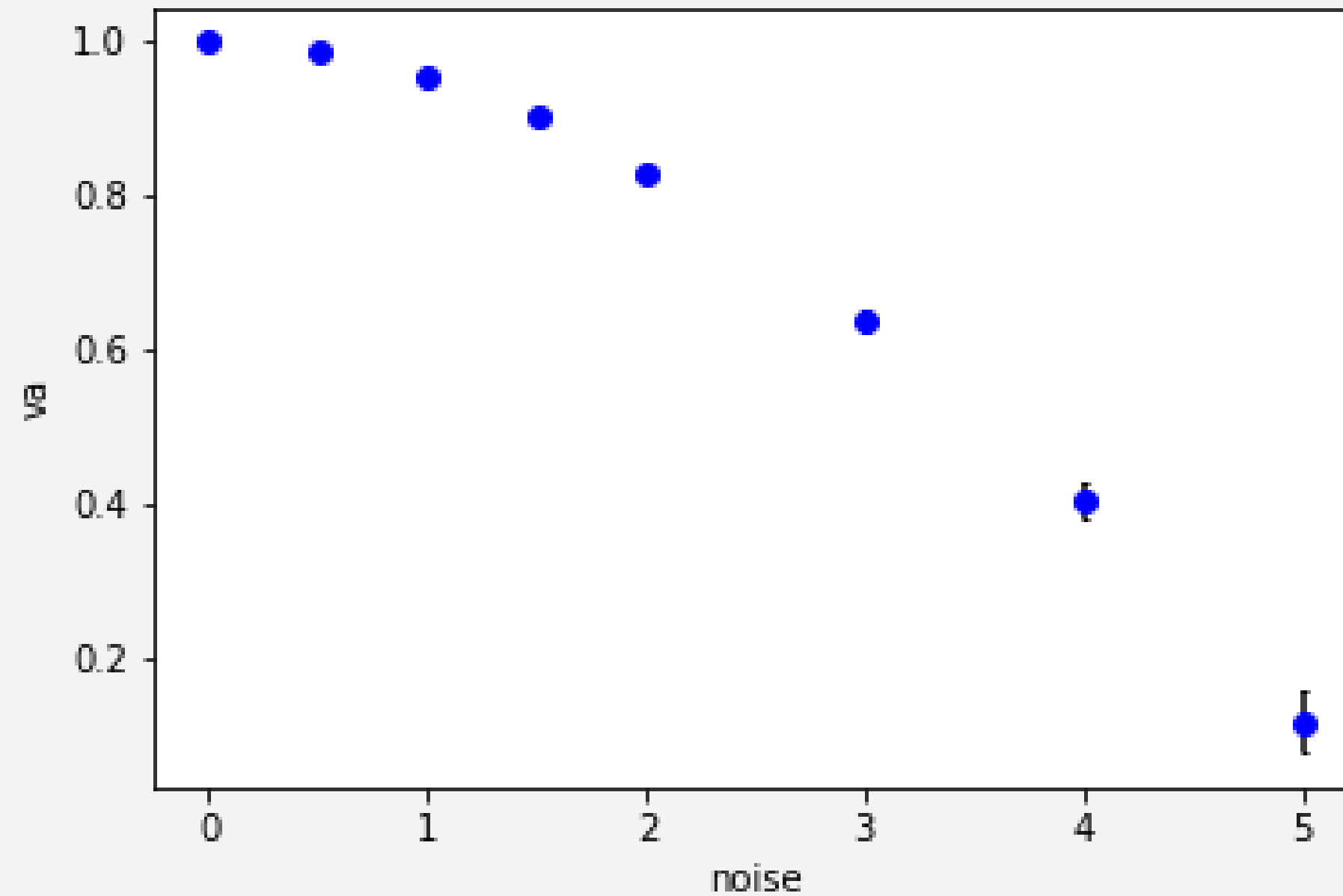
$L = 10$

Densidad = 15

4. Resultados

13

4.1.3 V_a en función del ruido



$N = 1500$

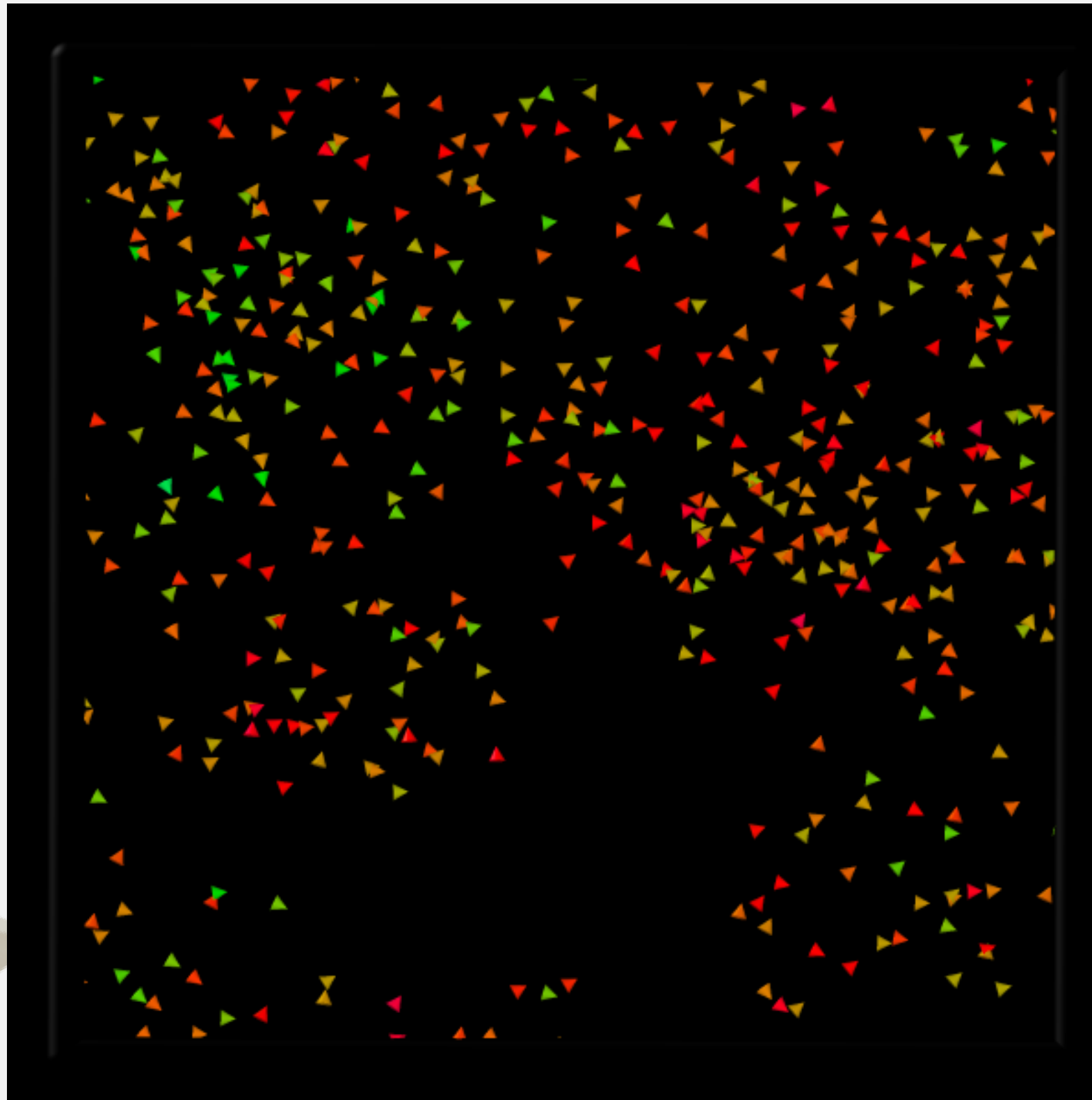
$L = 10$

Densidad = 15

4. Resultados

14

4.2.1 Animación



$N = 500$

$L = 10$

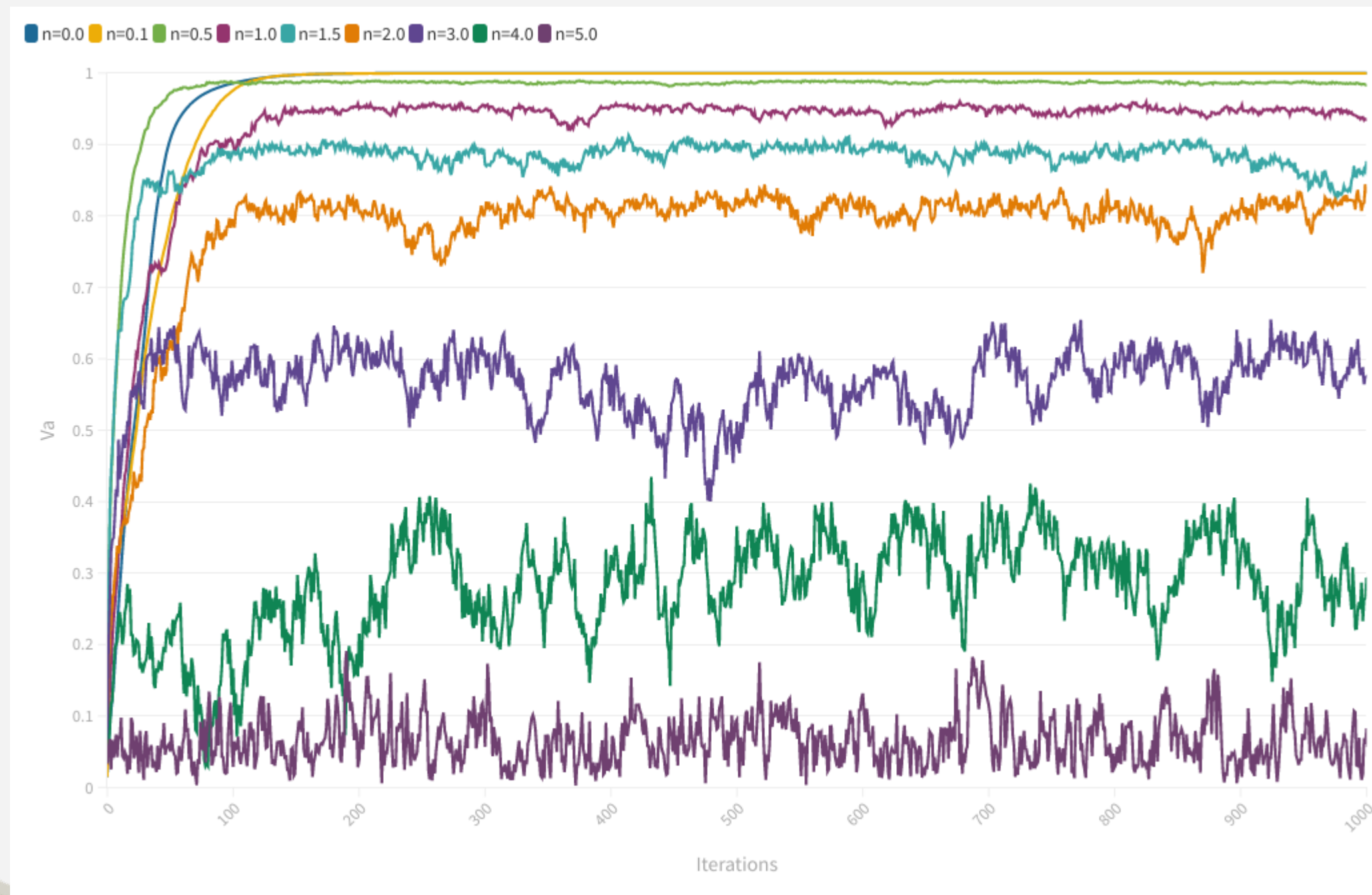
Densidad = 5

Ruido: 2.0

<https://youtube.com/shorts/Ygfh3ORhMbo?feature=share>

4. Resultados

4.2.2 Va en función de las iteraciones

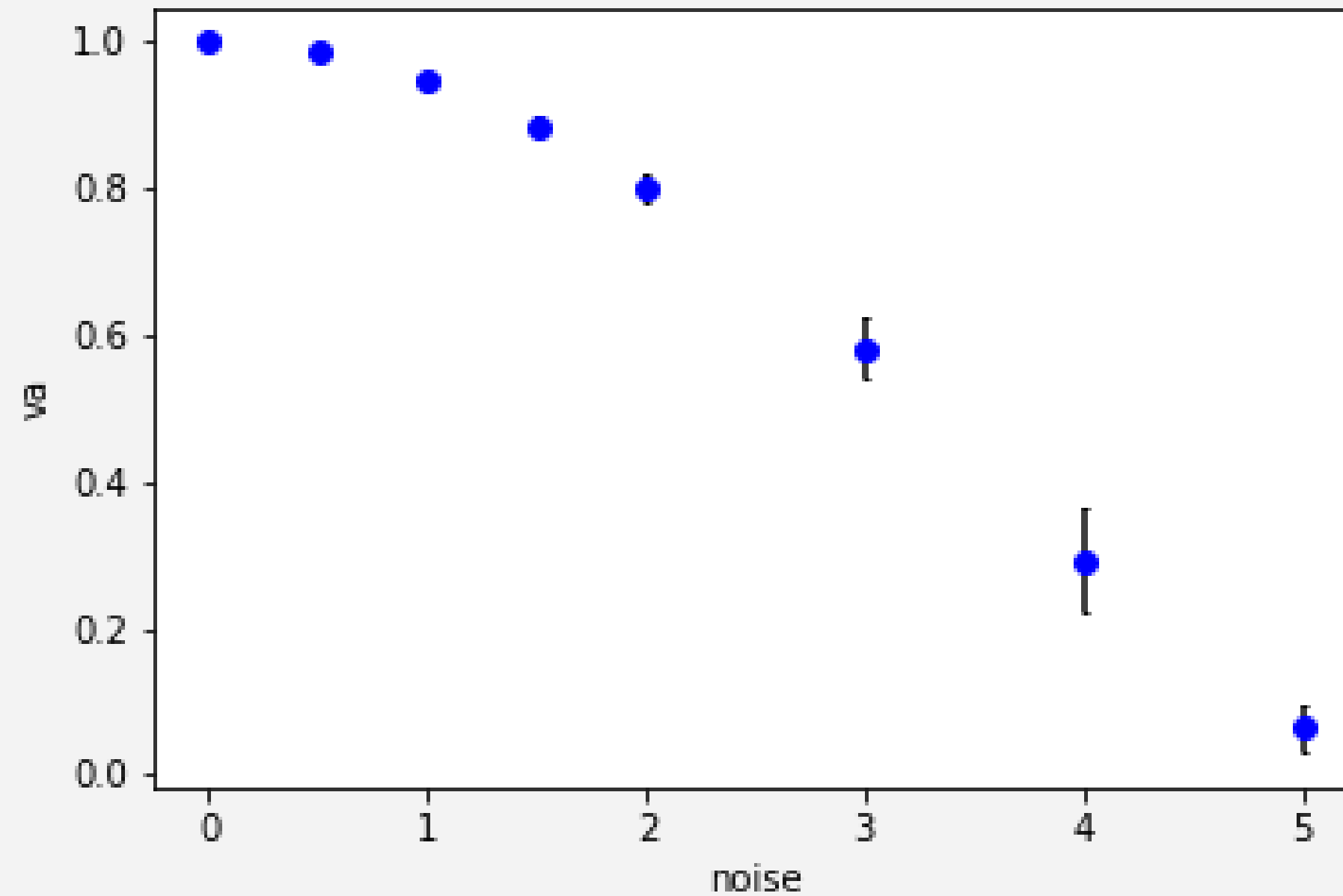


$N = 500$
 $L = 10$
Densidad = 5

4. Resultados

16

4.2.3 V_a en función del ruido



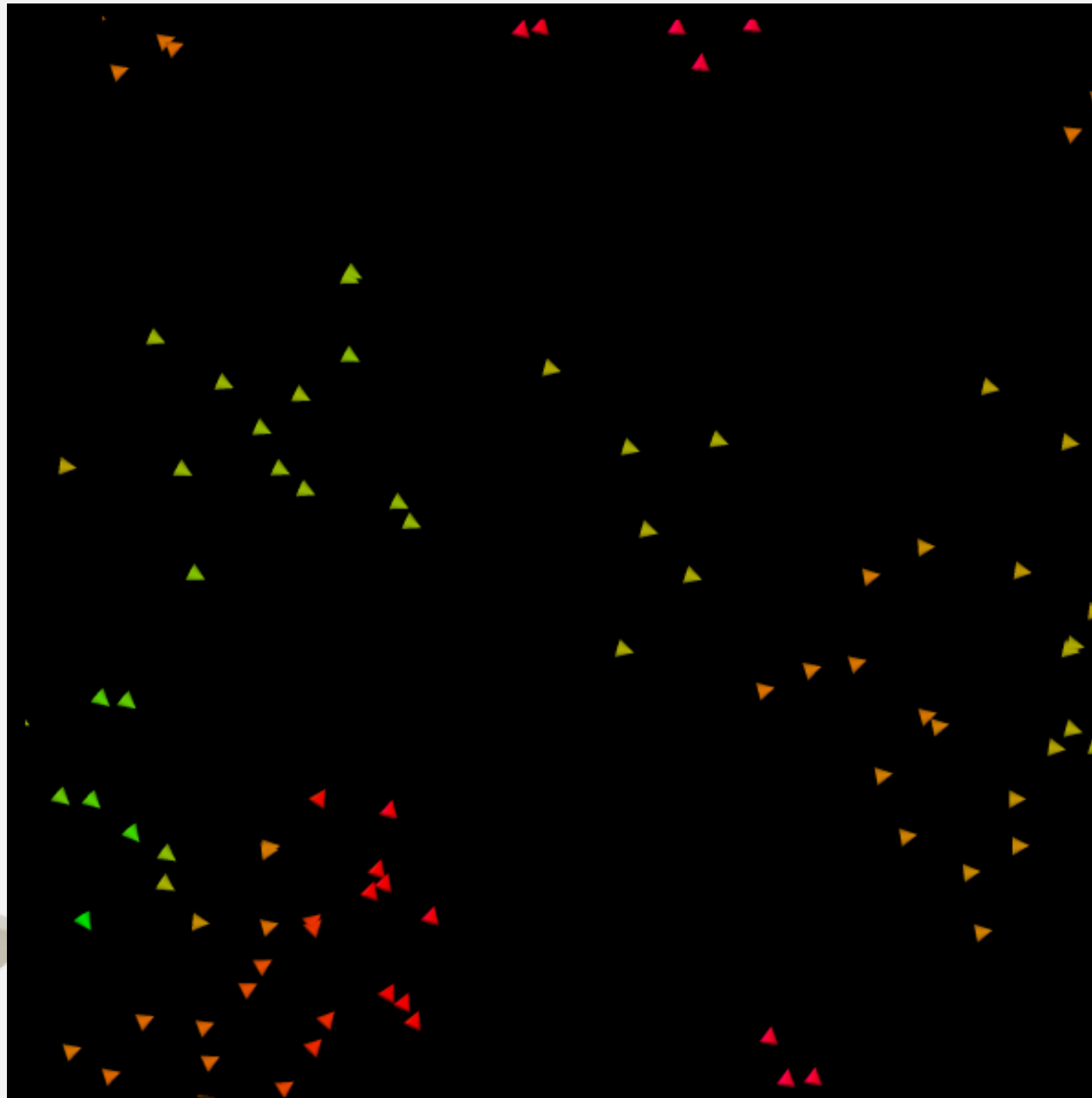
$N = 500$

$L = 10$

Densidad = 5

4. Resultados

4.3.1 Animación



$N = 100$

$L = 10$

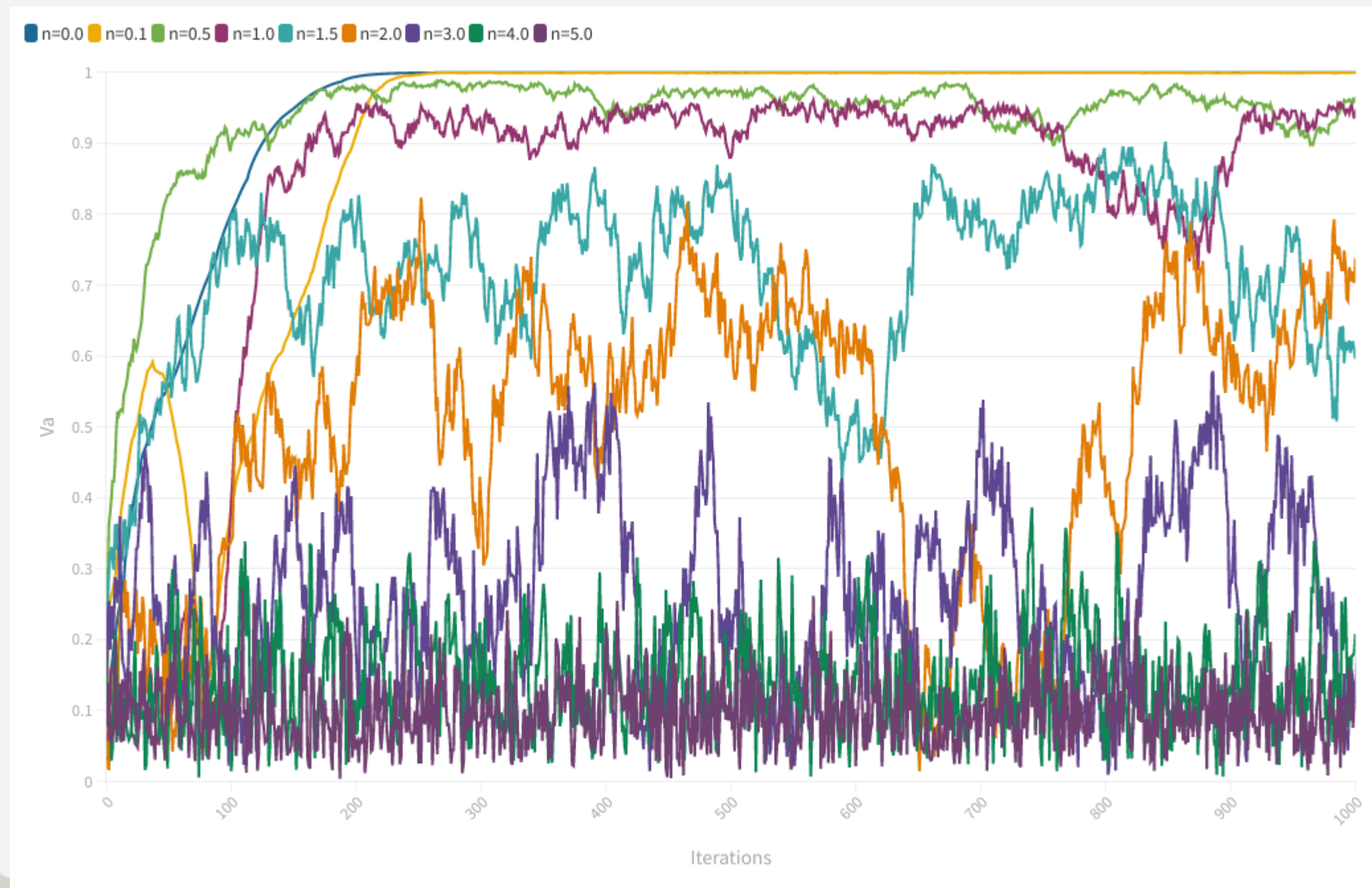
Densidad = 1

Ruido: 0.1

https://youtube.com/shorts/_RKdj4XTh0E?feature=share

4. Resultados

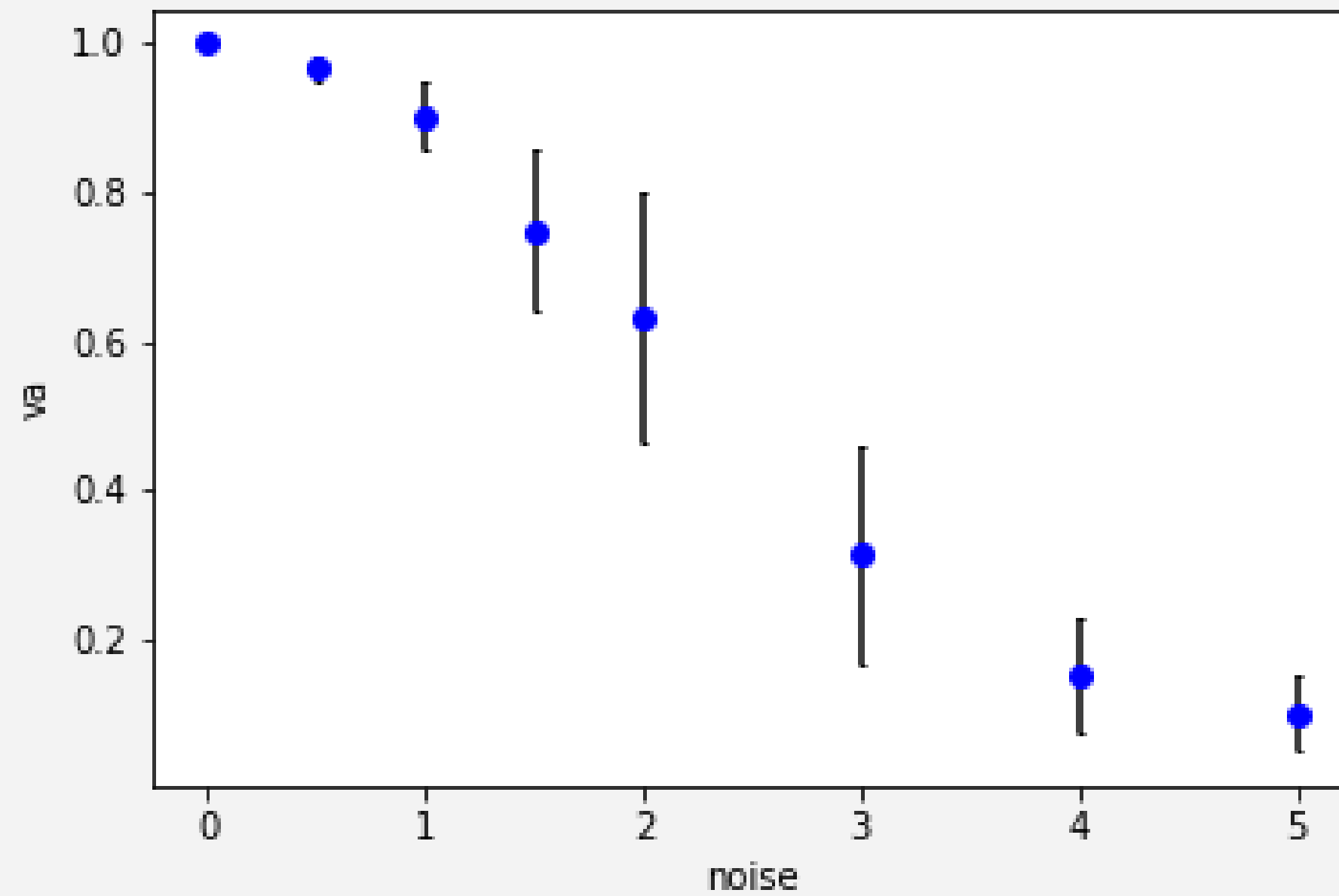
4.3.2 Va en función de las iteraciones



$N = 100$
 $L = 10$
Densidad = 1

4. Resultados

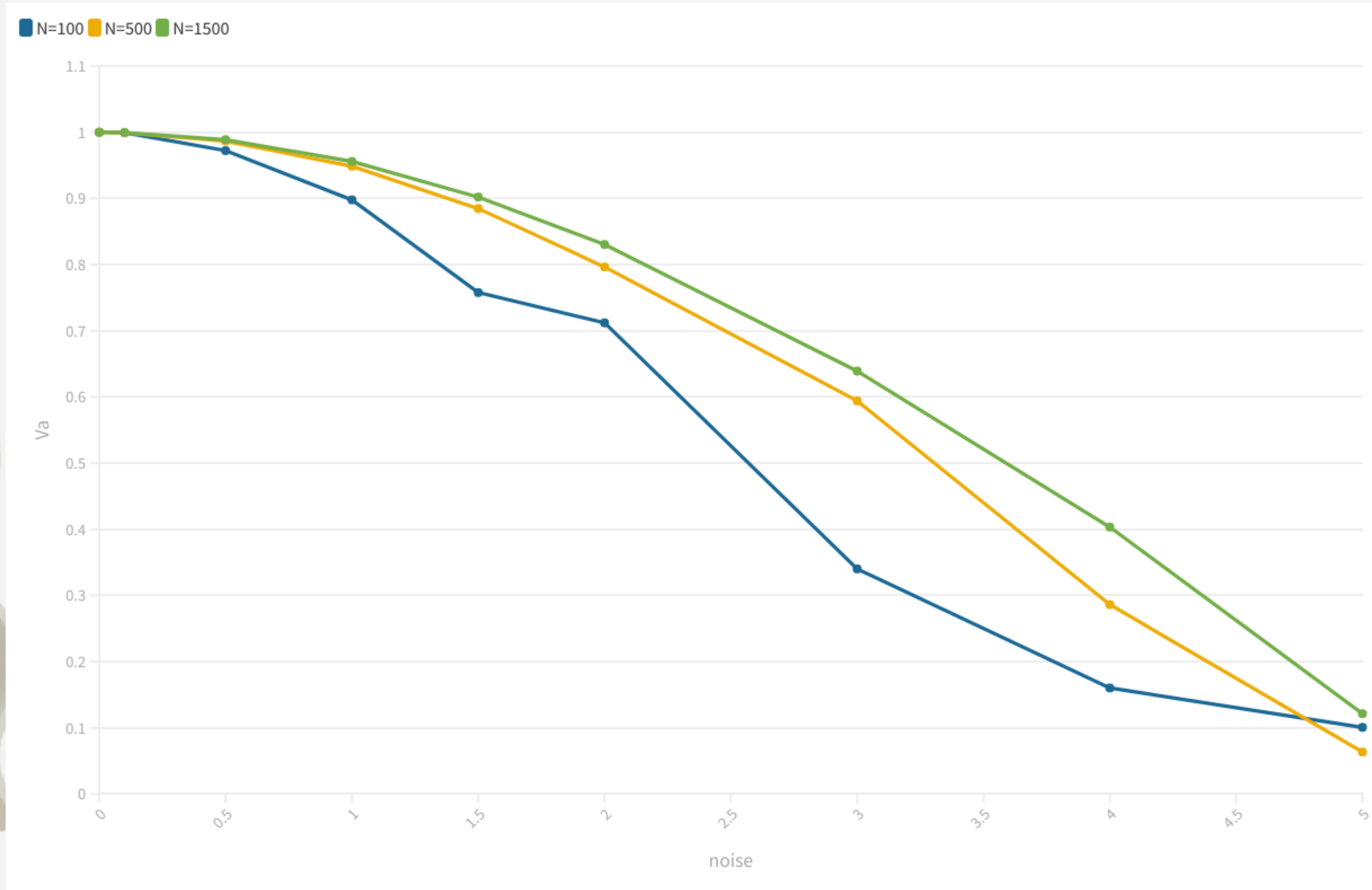
4.3.3 V_a en función del ruido



$N = 100$
 $L = 10$
Densidad = 1

4. Resultados

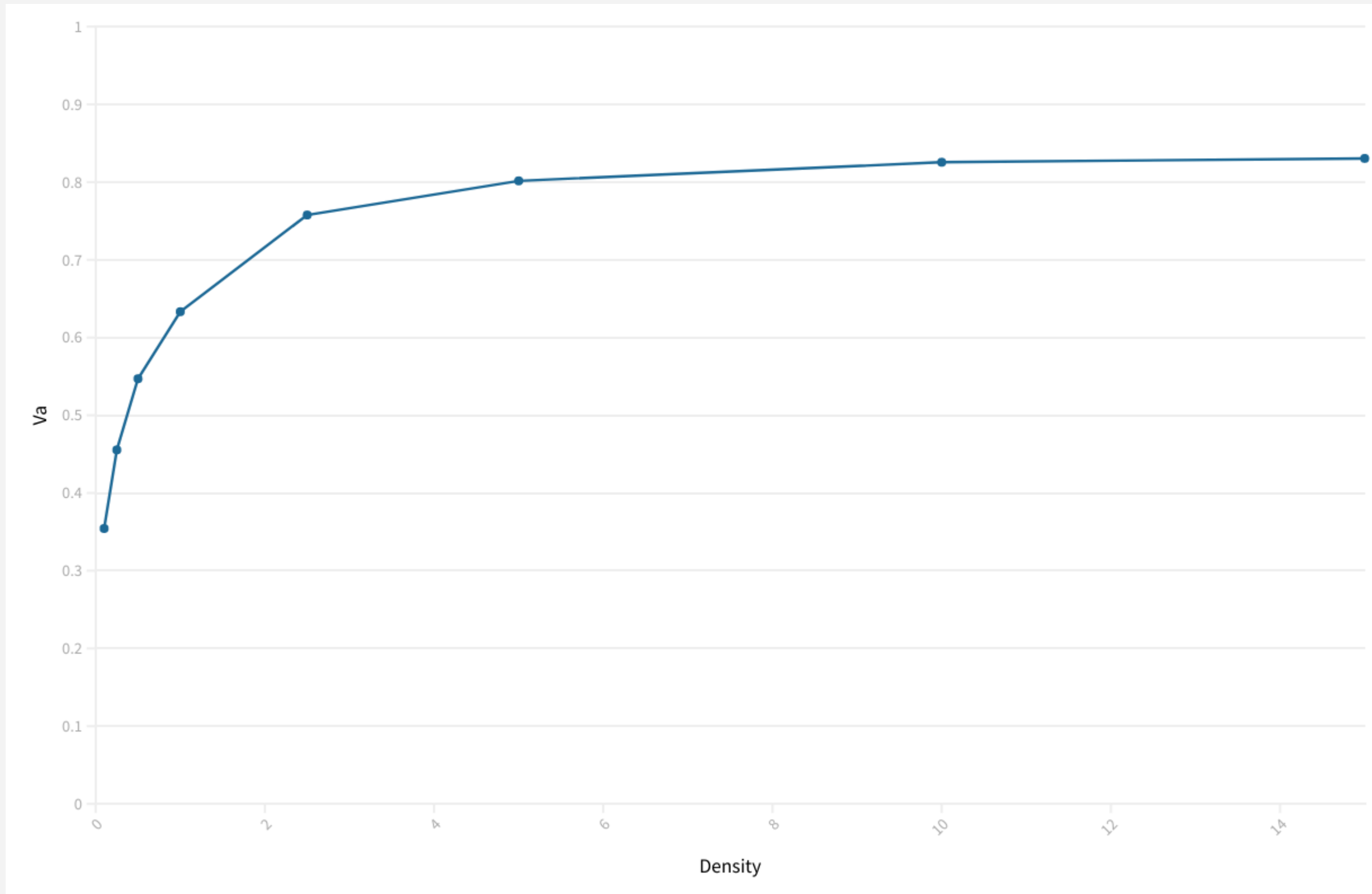
4.4 VA promedio en función del "noise"



$L = 10$

4. Resultados


4.5 Va promedio en función de la densidad



$L = 10$
Ruido = 2.0



5. Conclusiones

- A mayor densidad del sistema, el parámetro de orden aumenta. Es decir que el sistema alcanza un estado estacionario en menor tiempo.
 - A mayor ruido dentro del sistema, el parámetro de orden disminuye y el sistema no alcanza un estado estacionario (existe una variación entre máximos y mínimos).
 - A menor cantidad de partículas en el sistema el ruido produce un mayor impacto negativo en el parámetro de orden.
 - A mayor densidad, la variación del parámetro de orden disminuye.
- 
- 