

Trabajo Práctico 2

Juego de la Vida

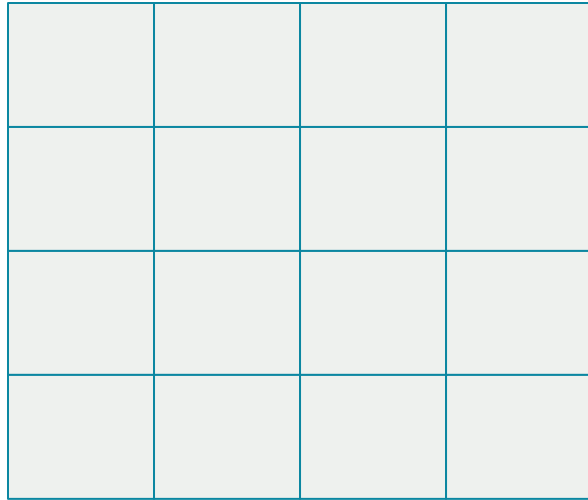
Ail, Brian Ezequiel
Fuster, Marina

Legajo N°49254
Legajo N°57613

1. INTRODUCCIÓN

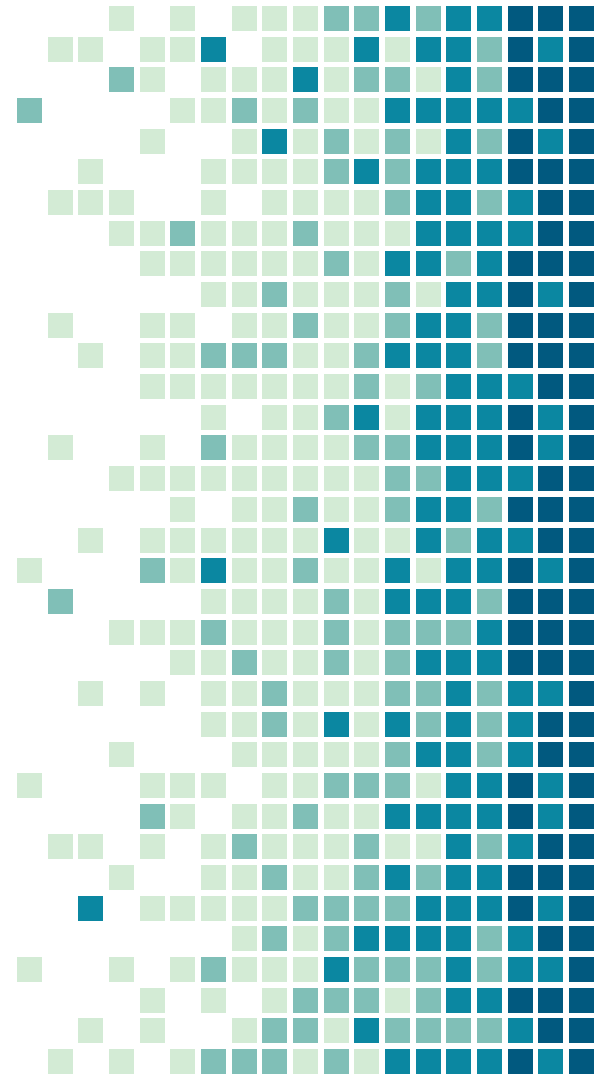


Autómata celular: modelo matemático que nos permite estudiar patrones complejos.



Lado del sistema α

Dimensión del sistema δ



 x_i

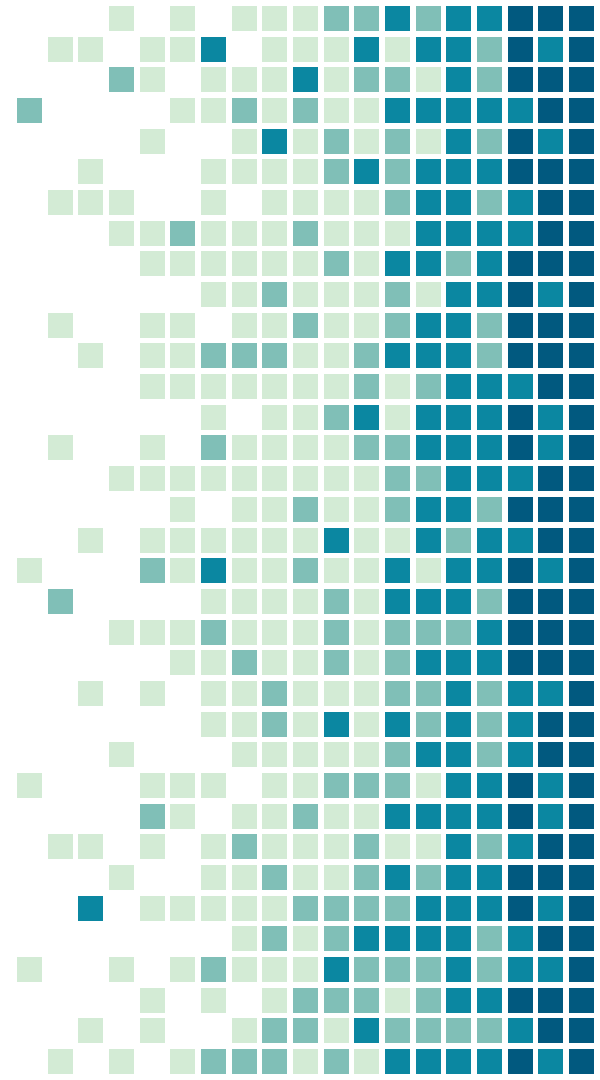
Cada celda x_i del espacio posee un estado $s_t(x_i)$ que se actualiza a medida que el tiempo va evolucionando.

Los estados posibles de una celda son finitos y discretos (llamaremos S al espacio de estados) y el estado de la celda al momento $t+1$ depende de las celdas en el tiempo t .

¿Cómo se actualizan?

Si x_1, x_2, \dots, x_n son las celdas del sistema y ϕ las reglas que define la transición del estado s . Entonces,

$$s_{t+1}(x_i) = \phi(s_t(x_1), s_t(x_2), \dots, s_t(x_n))$$



Juego de la Vida

$S = \{0, 1\}$ El estado de la celda puede ser muerto o vivo.

Las reglas que se definen dependen de los vecinos de la celda. La definición de vecindad se da según el radio de Moore

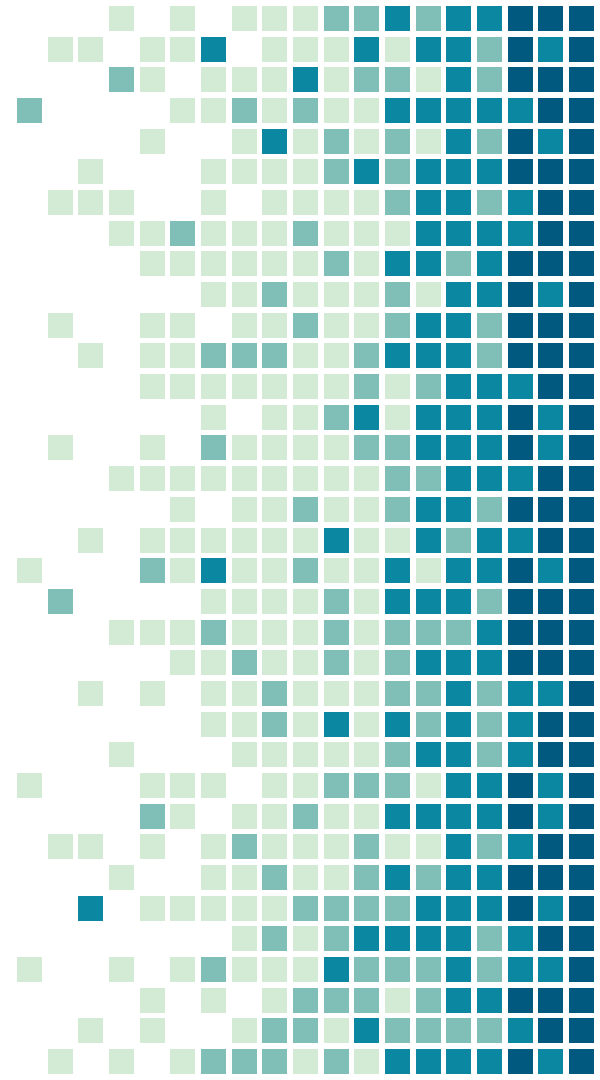
$$N_{i,j}^{(M)} = \{(k, l) \in L / |k - i| \leq r \text{ and } |l - j| \leq r\}$$

Dos valores que utilizaremos a lo largo del estudio de este tipo de sistemas son

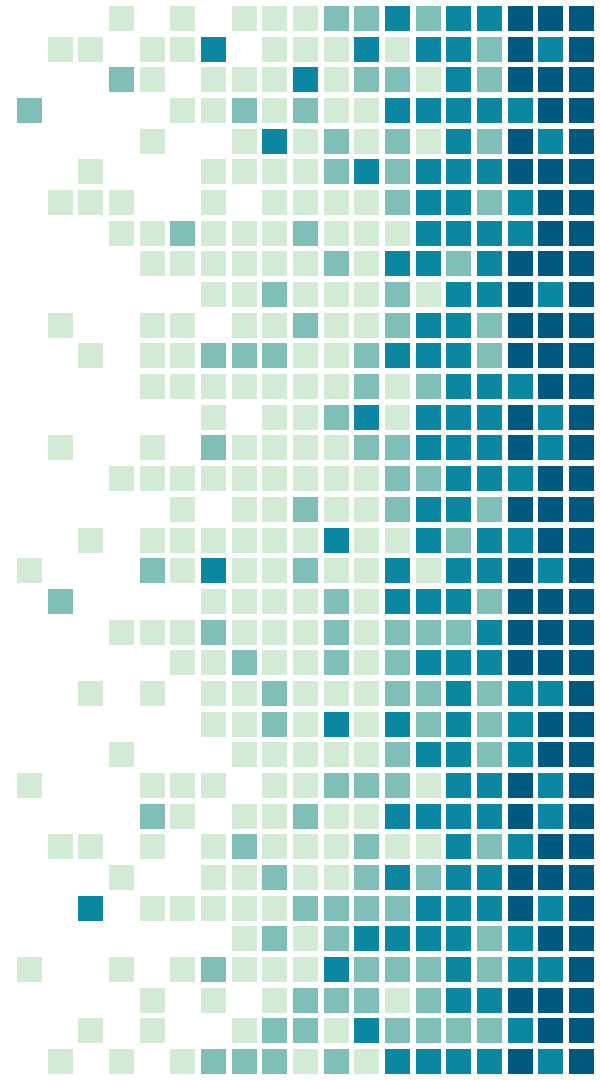
$$a_t(x_{i,j}) = |N_{i,j}^{(M)}|$$

$$c_t = \gamma / \alpha^\delta$$

donde γ es la cantidad de celdas vivas en el tiempo t . Por último para definir correctamente este sistema necesitaremos ρ (porcentaje de células vivas inicialmente) y ϕ (porcentaje del espacio donde se inicializan las células vivas)



2. IMPLEMENTACIÓN



SIMULACIÓN

Java

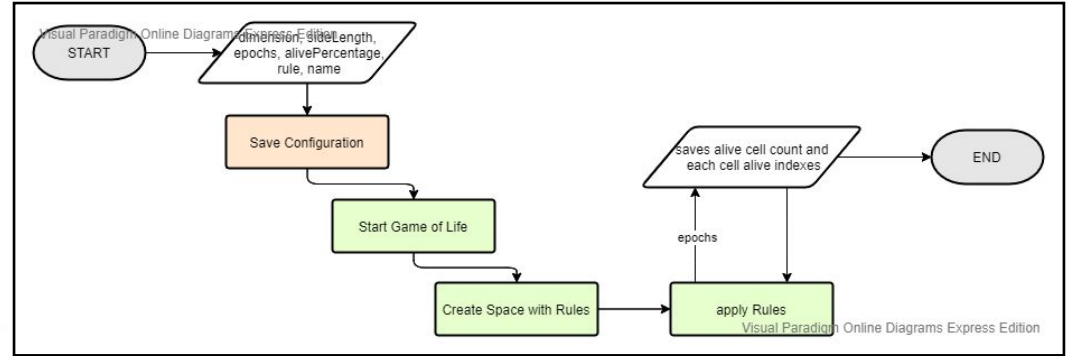
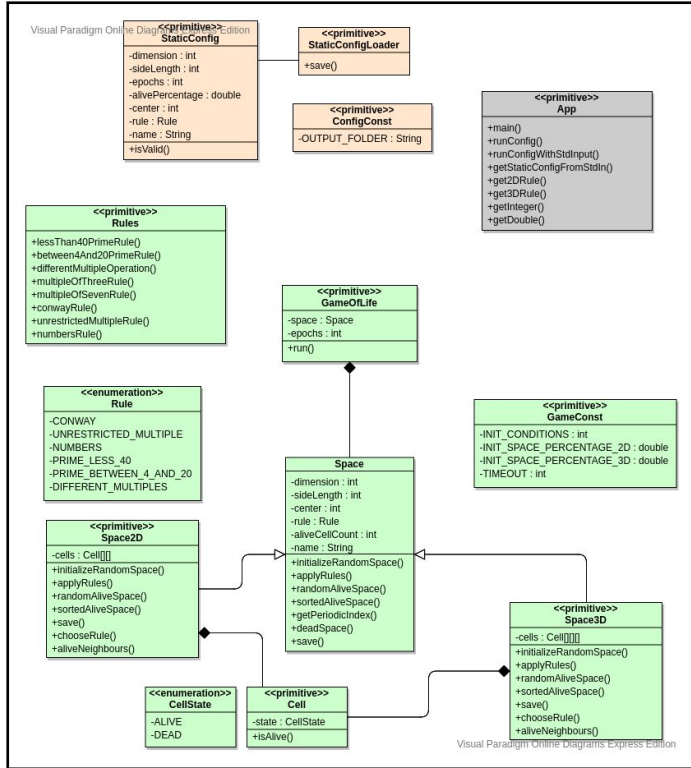



Diagrama de flujo de la simulación

Diagrama UML de la simulación

SIMULACIÓN

```
shipu@Shipupi:~/facu/ss/game-of-life$ java -jar target/game-of-life-1.0-SNAPSHOT.jar
Insert dimension (2 | 3):
2
Insert side length:
250
Insert epochs:
300
Insert starting alive percentage:
0.6
Choose 2D rule
Select number according to the rule you want
1. Conway Rule: cells remain alive with 2 or 3 alive neighbours. Dead cells are born if they have 3 alive neighbours
2. Unrestricted Multiple Rule: cells remain alive with multiple of 3 neighbours. Dead cells are born with multiple of 2 neighbours.
In both cases, neighbours are bigger than zero.
3. Numbers Rule: cells remain alive if neighbours are multiple of 2, 13 or 29. Dead cells are born with multiple of 3 neighbours.
1
Insert name for simulation
conway_demo
shipu@Shipupi:~/facu/ss/game-of-life$ ls output/
conway      conway_demo_dynamic.xyz  different_multiples_rule  prime_between420  unrestricted
conway100   conway_demo_static.txt   numbers2d                 prime_less40      visualizations
```




```
405
H      112      112      0
H      112      113      0
H      112      114      0
H      112      115      0
H      112      117      0
H      112      120      0
```

Output dinámico

SIMULACIÓN

```
100, 10 days ago * 20 and 30 game  
public void run() throws IOException{  
    for(int i=1; i<=epochs; i++){  
        space.applyRules();  
        space.save(i);  
    }  
}
```



```
public void applyRules() {  
    Cell[][] newCells = new Cell[sideLength][sideLength];  
    int newCellsAliveCount = 0;  
    for(int i=0; i<sideLength; i++) {  
        for(int j=0; j<sideLength; j++) {  
            int aliveNeighbours = aliveNeighbours(i, j);  
            CellState state = chooseRule(rule, aliveNeighbours, cells[i][j].getState());  
            if(state == CellState.ALIVE) newCellsAliveCount++;  
            newCells[i][j] = new Cell(state);  
        }  
    }  
    this.cells = newCells;  
    this.aliveCellCount = newCellsAliveCount;  
}
```

- (1) desde $t=1$ hasta epochs:
- (2) $C(t) \leftarrow$ nuevo espacio de celdas
- (3) $n(t) \leftarrow$ nueva cantidad de celdas vivas
- (4) para cada celda $x(t-1)$ en $C(t-1)$:
- (5) $x(t) \leftarrow$ aplicarReglas($x(t-1)$)
- (6) guardar $x(t)$ en $C(t)$
- (7) si $x(t)$ está viva: $n(t)++$

Pseudocódigo que muestra el comportamiento principal de la simulación

POST PROCESAMIENTO

Python

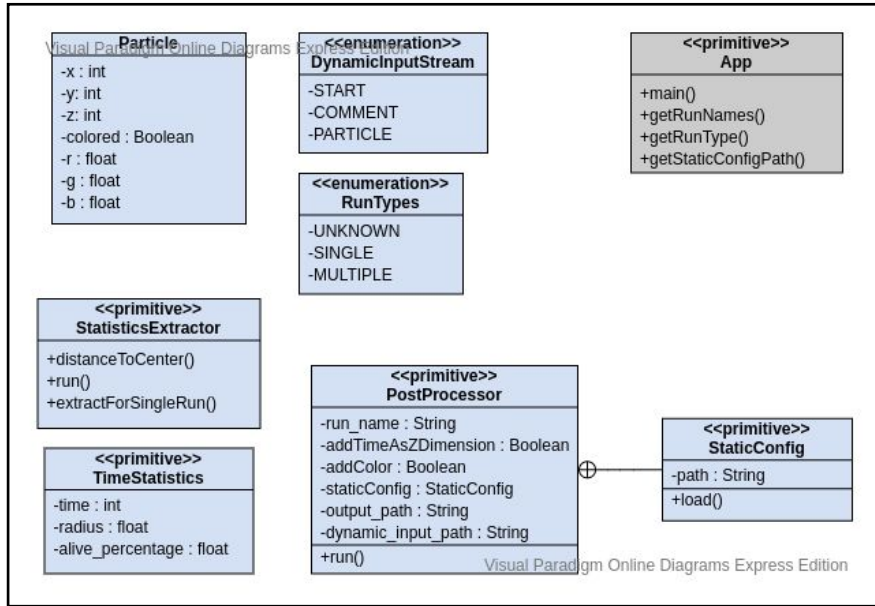


Diagrama UML de la simulación

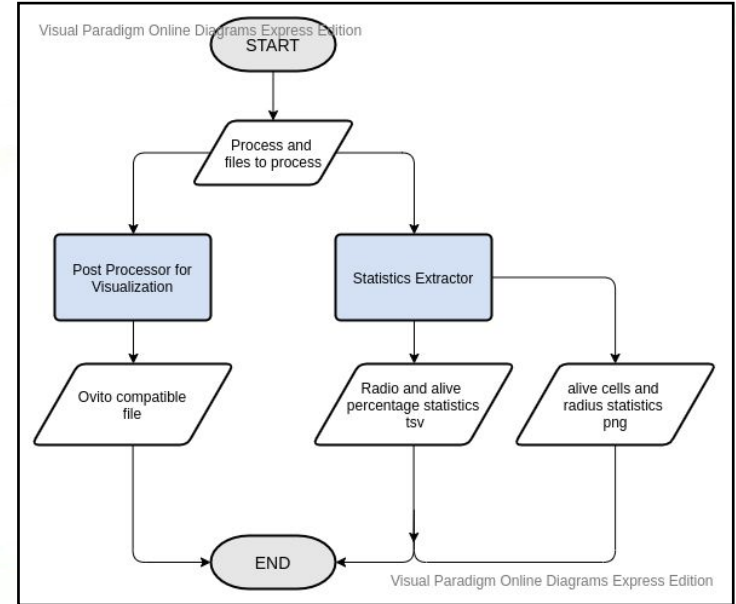


Diagrama de flujo de la simulación

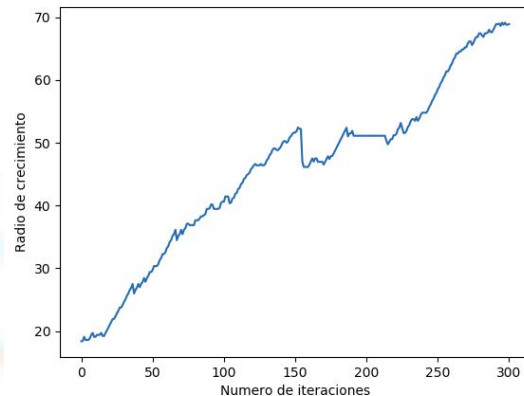
POST PROCESAMIENTO

Generación de visualización y gráfico de radio

```
shipu@Shipupi:~/facu/ss/game-of-life/src/main/python$ python postprocessing.py
What do we run?
1) PostProcessor for visualization
2) Statistic Extractor
3) Generate graph and visualization for every run
1
Select which run to use:
1) conway_demo (Single run)
1
shipu@Shipupi:~/facu/ss/game-of-life/src/main/python$ python postprocessing.py
What do we run?
1) PostProcessor for visualization
2) Statistic Extractor
3) Generate graph and visualization for every run
2
Select which run to use:
1) conway_demo (Single run)
1
What graph do we generate?
1) Radius vs Iterations
2) Mass vs Iterations
1
```

Output de visualización

```
405
H      112      112      0      0.3      0.896      0.104      0.0
H      112      113      0      0.3      0.896      0.096      0.0
H      112      114      0      0.3      0.896      0.088      0.0
H      112      115      0      0.3      0.896      0.08      0.0
H      112      117      0      0.3      0.896      0.064      0.0
H      112      120      0      0.3      0.896      0.04      0.0
H      112      124      0      0.3      0.896      0.008      0.0
H      112      125      0      0.3      0.896      0.0      0.0
H      112      127      0      0.3      0.896      0.016      0.0
H      112      128      0      0.3      0.896      0.024      0.0
H      112      130      0      0.3      0.896      0.04      0.0
H      112      132      0      0.3      0.896      0.056      0.0
H      112      133      0      0.3      0.896      0.064      0.0
H      112      134      0      0.3      0.896      0.072      0.0
```



3. SIMULACIONES



PARÁMETROS FIJOS

| SISTEMAS 2D | |
|--|-----|
| lado del sistema (α) | 100 |
| porcentaje del espacio del centro (ρ) | 0,1 |
| iteraciones | 250 |

| SISTEMAS 3D | |
|--|-----|
| lado del sistema (α) | 40 |
| porcentaje del espacio del centro (ρ) | 0,1 |
| iteraciones | 150 |

PARÁMETROS VARIABLES

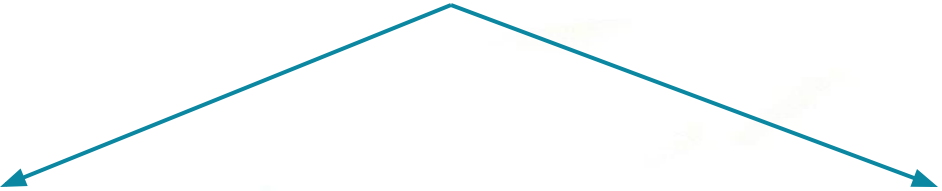
- Porcentaje inicial de células vivas (varía entre 0 y 100)
- Regla utilizada para transicionar de un estado a otro
- Número de repeticiones de ejecución de un sistema

REGLAS

| DESCRIPCIÓN DE LAS REGLAS | | |
|---------------------------|-------------------------|--|
| 2D | Conway | Una célula se mantiene viva si tiene 2 o 3 vecinos. Una célula nace si tiene 3 vecinos. |
| 2D | Unrestricted | Una célula muere si no tiene vecinos vivos. Una célula se mantiene viva si sus vecinos son múltiplos de 3 y nace si son múltiplos de 2. |
| 2D | Numbers | Una célula se mantiene viva si sus vecinos son múltiplo de 2 mayor a cero. Una célula nace si tiene 3 vecinos. |
| 3D | Primes | Una célula se mantiene viva o nace si la cantidad de vecinos que tiene es un número primo. |
| 3D | Between 3 and 20 Primes | Una célula se mantiene viva si la cantidad de vecinos es un número primo entre 3 y 20. Una célula nace si la cantidad de vecinos es un número primo entre 3 y 10. |
| 3D | Different Multiples | Una célula muere si la cantidad de vecinos es menor a 3 o mayor a 20. Si el 50% de las celdas están vivas, entonces las células se mantienen vivas o nacen si la cantidad de vecinos es múltiplo de 7. Caso contrario, ocurre lo mismo pero si son múltiplos de 3. |

OUTPUT

Posiciones de cada célula viva para cada tiempo t



Radio máximo del sistema
para cada tiempo t

Porcentaje de células vivas en
el sistema para cada tiempo t

OBSERVABLES

Probabilidad de que el sistema se estabilice o que se dispare. En caso de estabilizarse, obtenemos un segundo observable, el radio de crecimiento alcanzado

$$f_k(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } \max(r(x)) \leq 50 \\ 0 & \text{si } \max(r(x)) > 50 \end{cases} \quad O = (\sum_{i=1}^{100} f_k(x)) / 100 \quad O' = r(250)$$

Tiempo t al cual el radio de crecimiento se vuelve estable

$$O = t / r(t) = r(t+1) = r(t+2) = \dots = r(t+5)$$

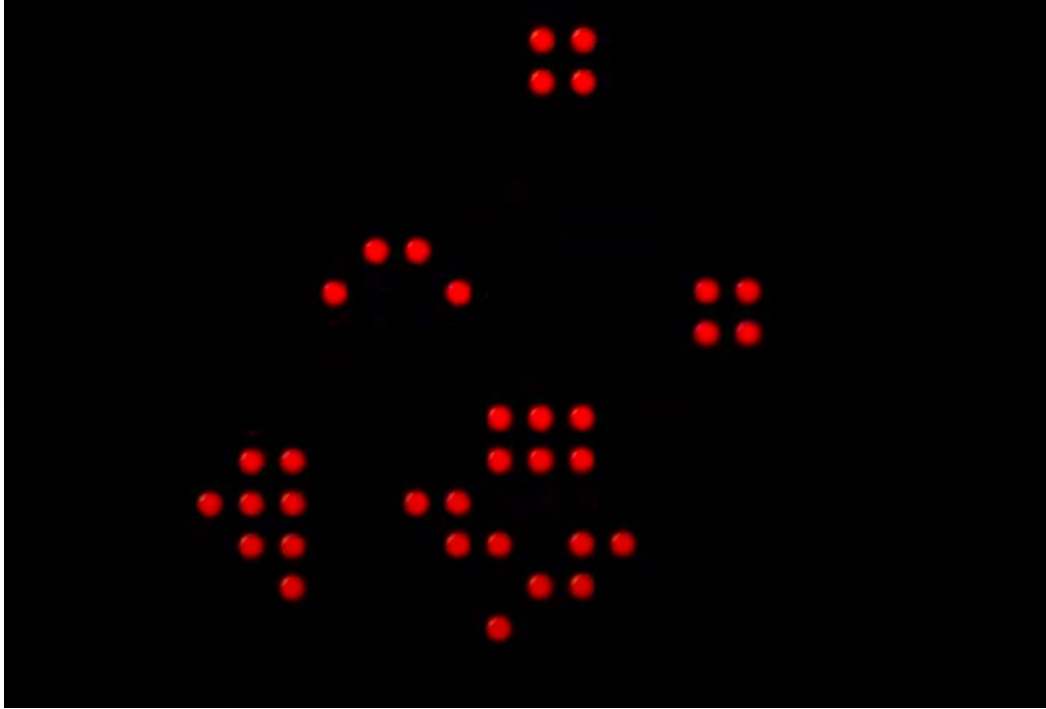
Velocidad de aumento del radio de crecimiento del sistema

$$O = \text{polyfit}(x, r(x), 1) \text{ con } 0 \leq x \leq t$$

4. RESULTADOS



Conway's Game of life



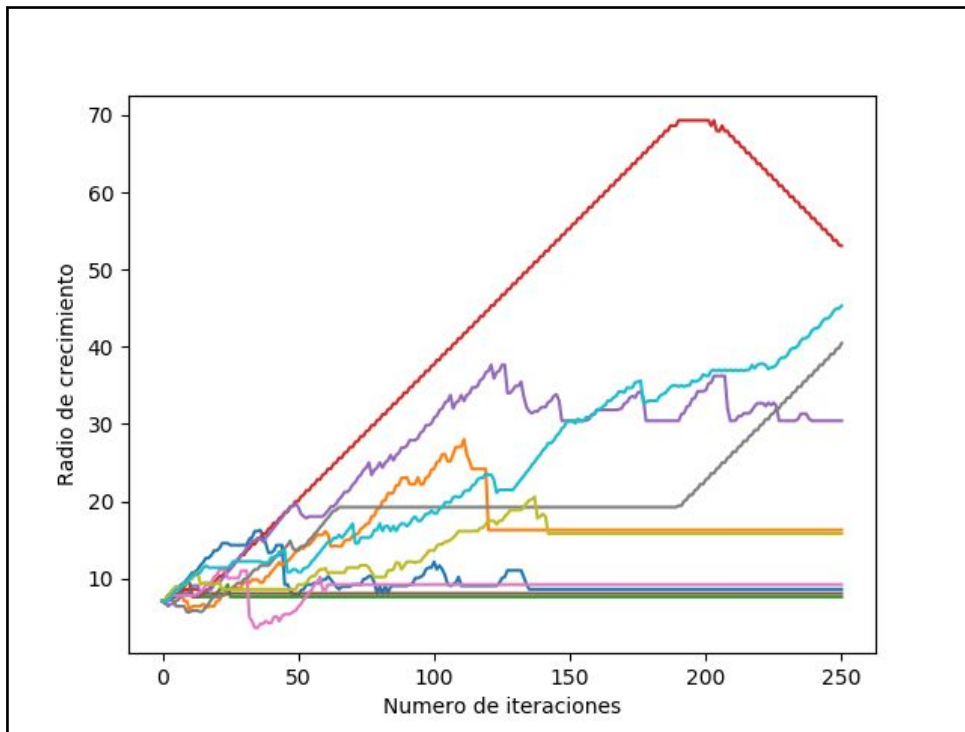
Regla: Conway (2D)
Iteraciones: 250
Espacio total: 100x100
Espacio inicial: 10x10
Porcentaje de células vivas: 50%

Conway's Game of life (with Glider)



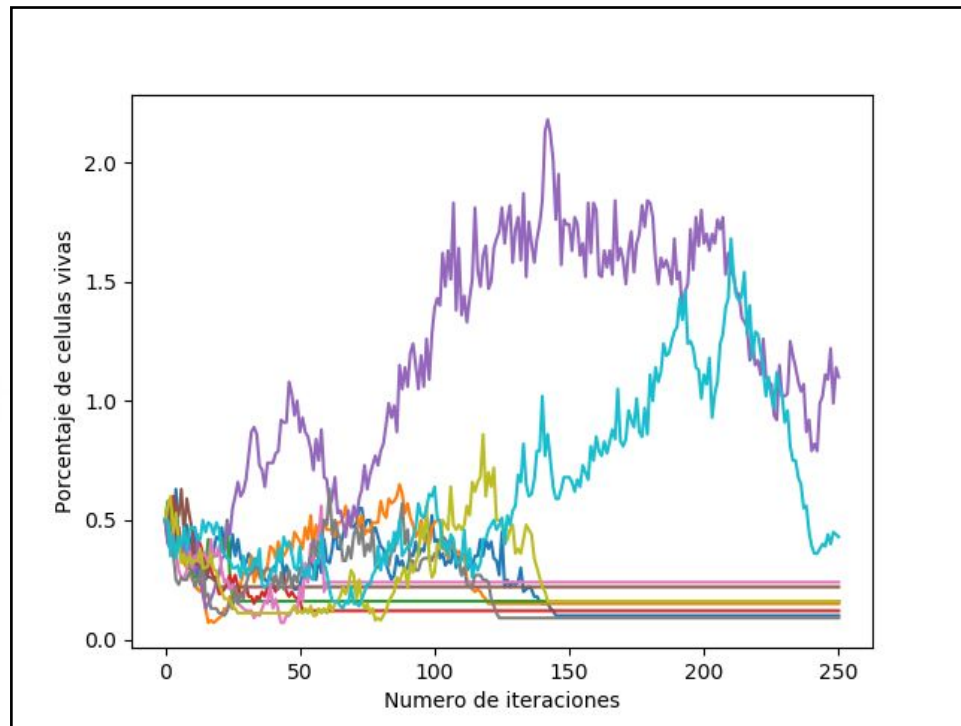
Regla: Conway (2D)
Iteraciones: 250
Espacio total: 100x100
Espacio inicial: 10x10
Porcentaje de células vivas: 50%

Conway's Game of life



Regla: Conway (2D)
Iteraciones: 250
Espacio total: 100x100
Espacio inicial: 10x10
Porcentaje de células vivas: 50%

Conway's Game of life



Regla: Conway (2D)

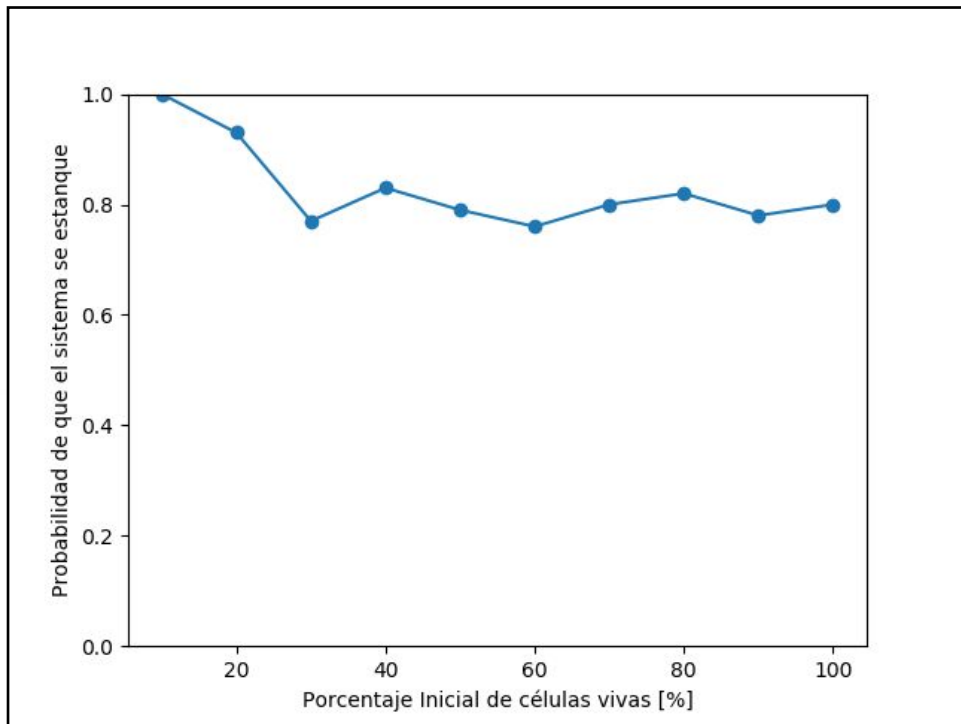
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Porcentaje de células vivas: 50%

Conway's Game of life



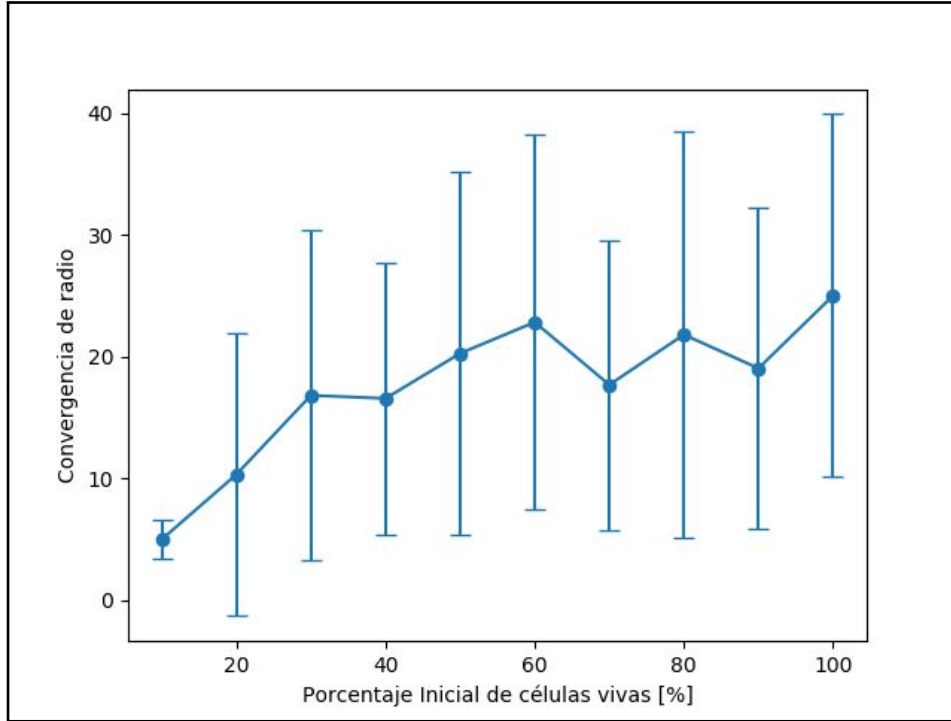
Regla: Conway (2D)

Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Conway's Game of life



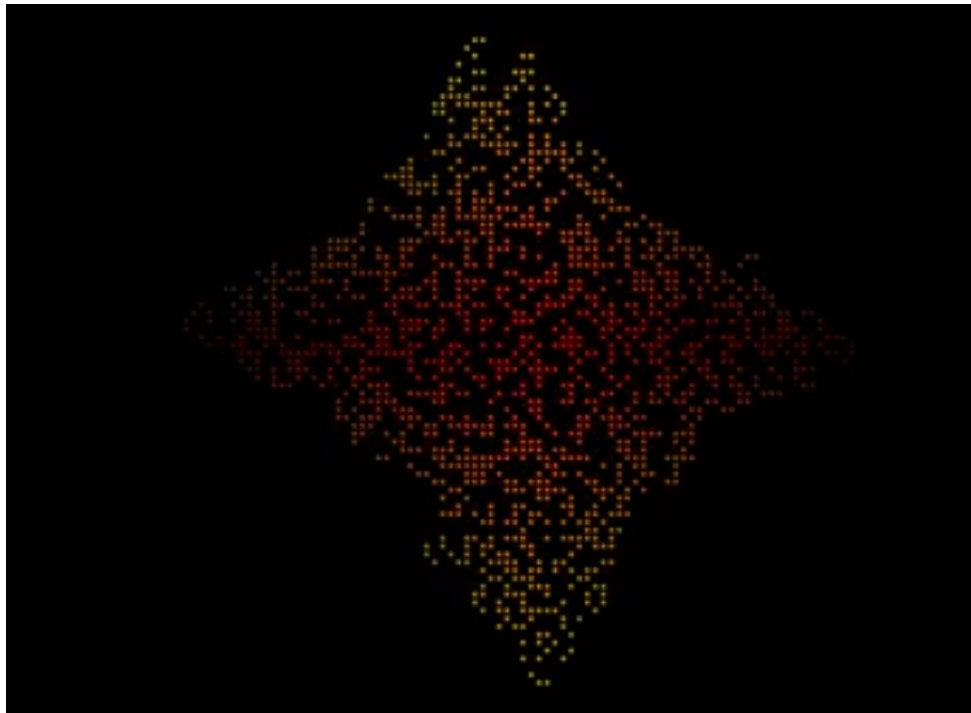
Regla: Conway (2D)

Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Unrestricted



Regla: Unrestricted (2D)

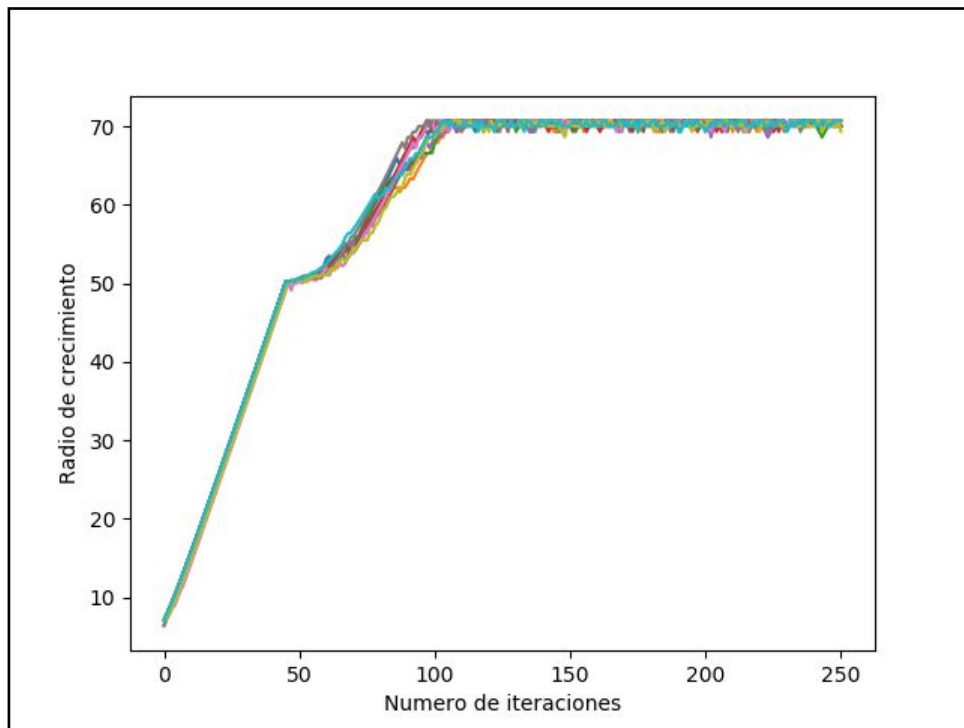
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Porcentaje de células vivas: 50%

Unrestricted



Regla: Unrestricted (2D)

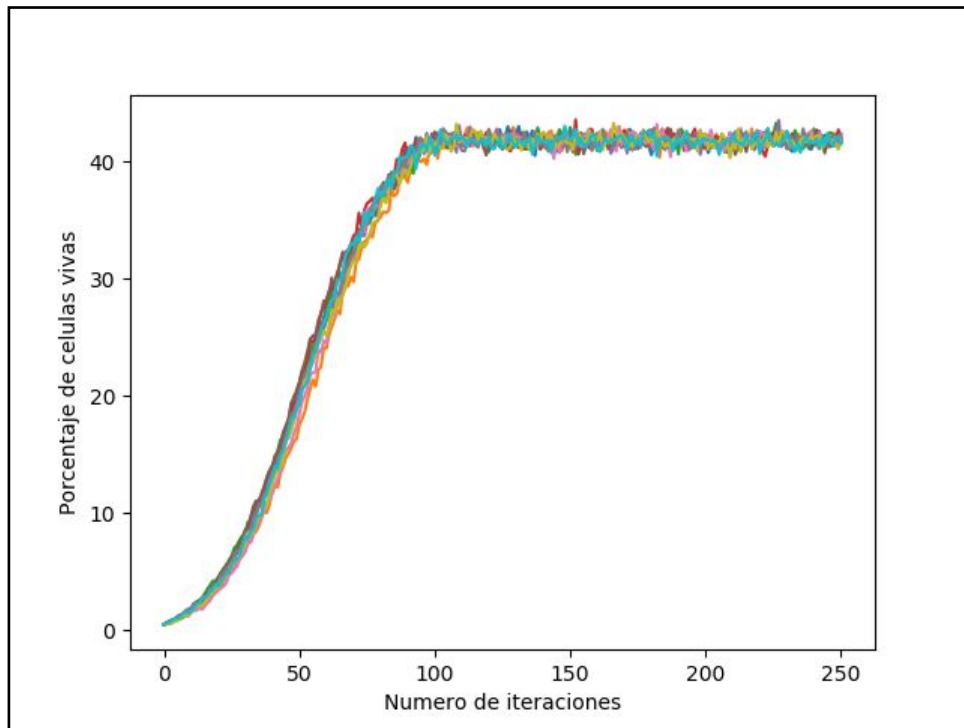
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Porcentaje de células vivas: 50%

Unrestricted



Regla: Unrestricted (2D)

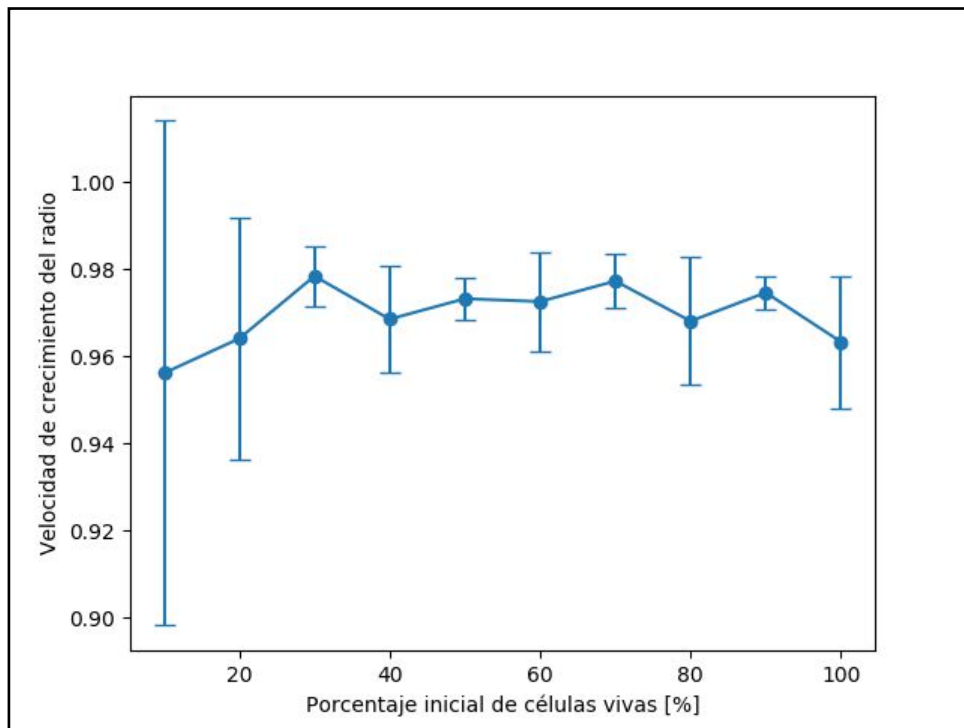
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Porcentaje de células vivas: 50%

Unrestricted



Regla: Unrestricted (2D)

Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Numbers' Rule



Regla: Numbers' Rule (2D)

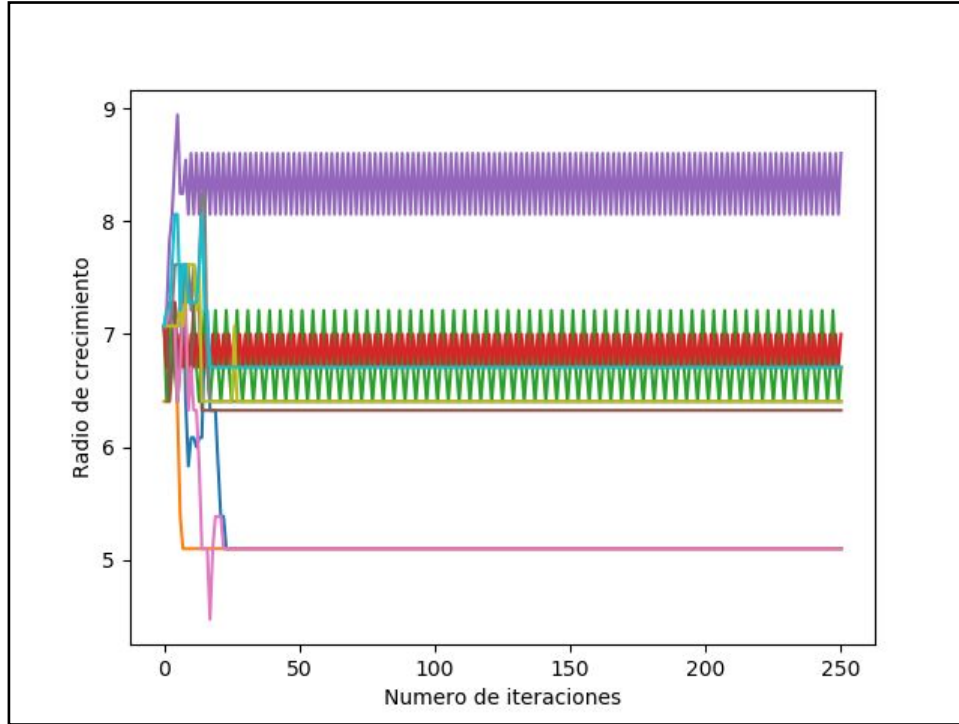
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

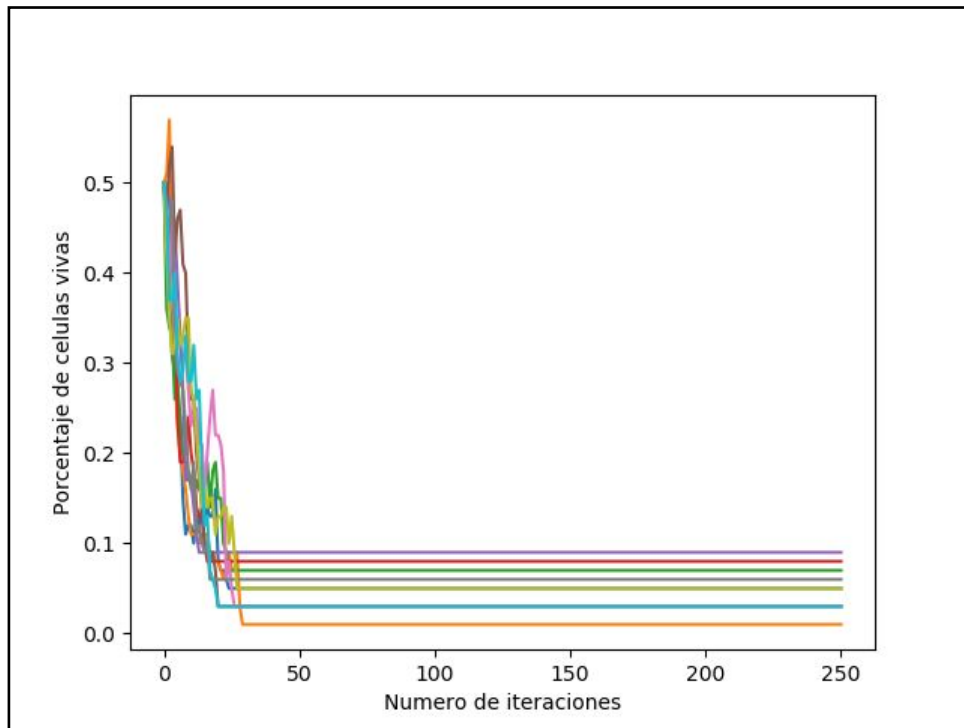
Porcentaje de células vivas: 50%

Numbers' Rule



Regla: Numbers' Rule (2D)
Iteraciones: 250
Espacio total: 100x100
Espacio inicial: 10x10
Porcentaje de células vivas: 50%

Numbers' Rule



Regla: Numbers' Rule (2D)

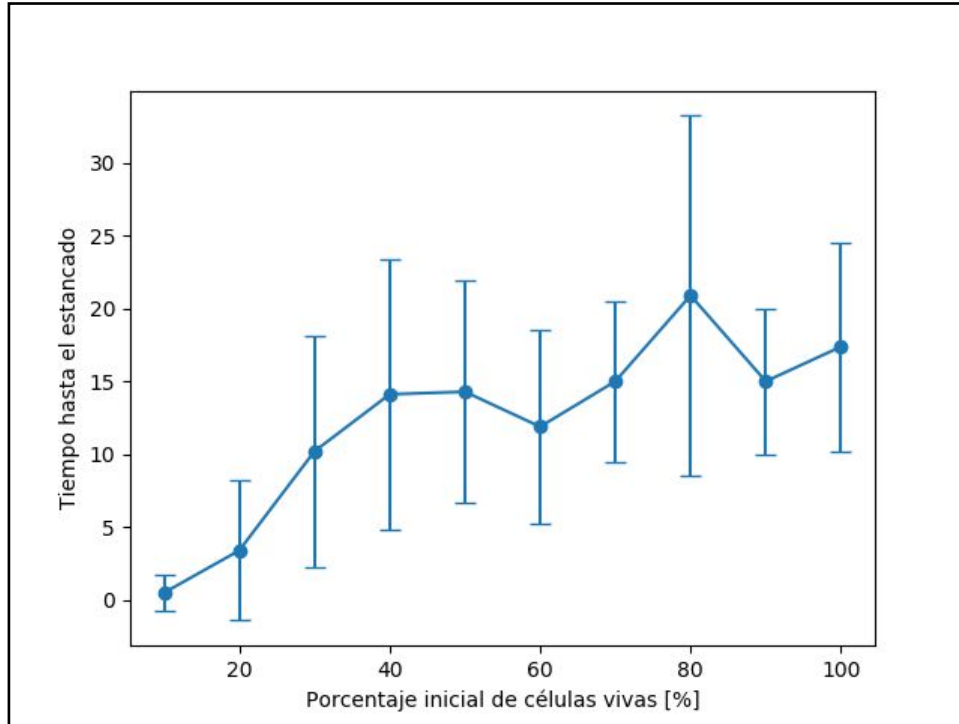
Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Porcentaje de células vivas: 50%

Numbers' Rule



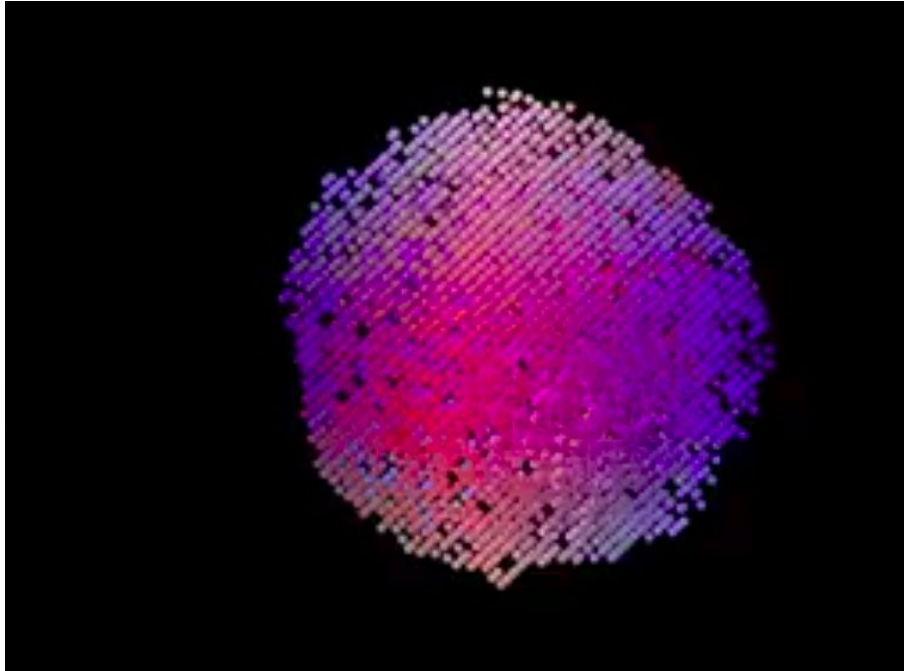
Regla: Numbers' Rule (2D)

Iteraciones: 250

Espacio total: 100x100

Espacio inicial: 10x10

Primes Rule



Regla: Primes Rule (3D)

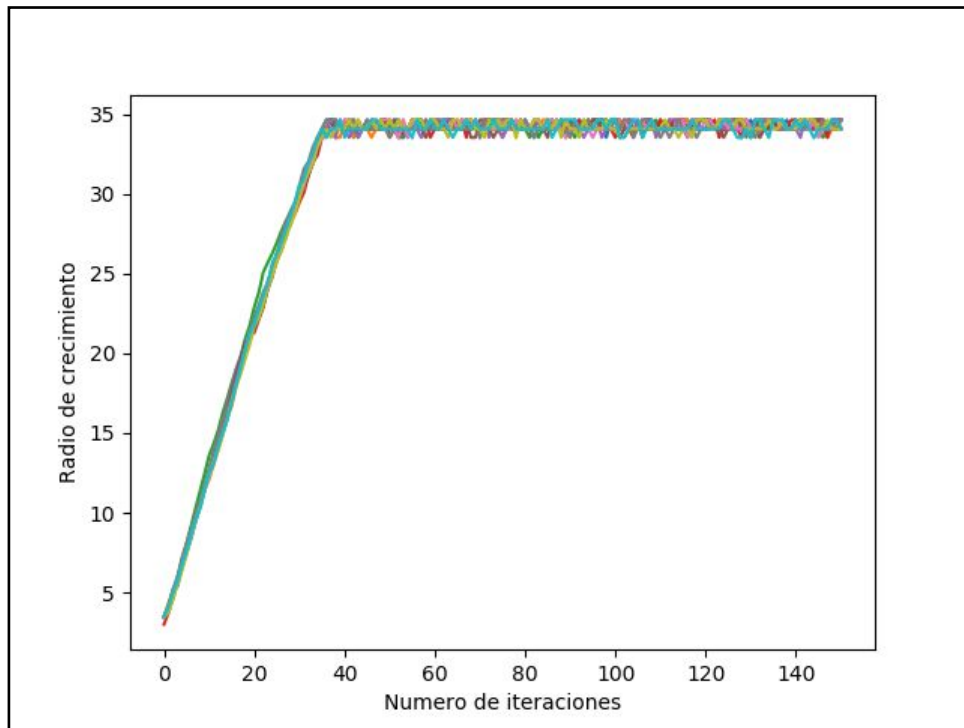
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Primes Rule



Regla: Primes Rule (3D)

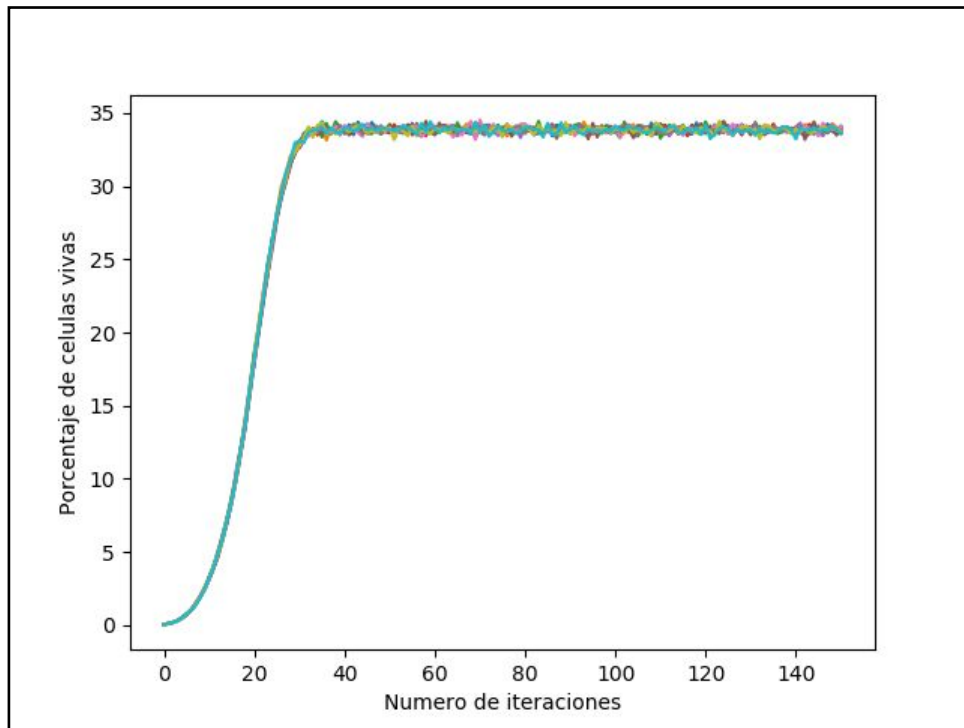
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Primes Rule



Regla: Primes Rule (3D)

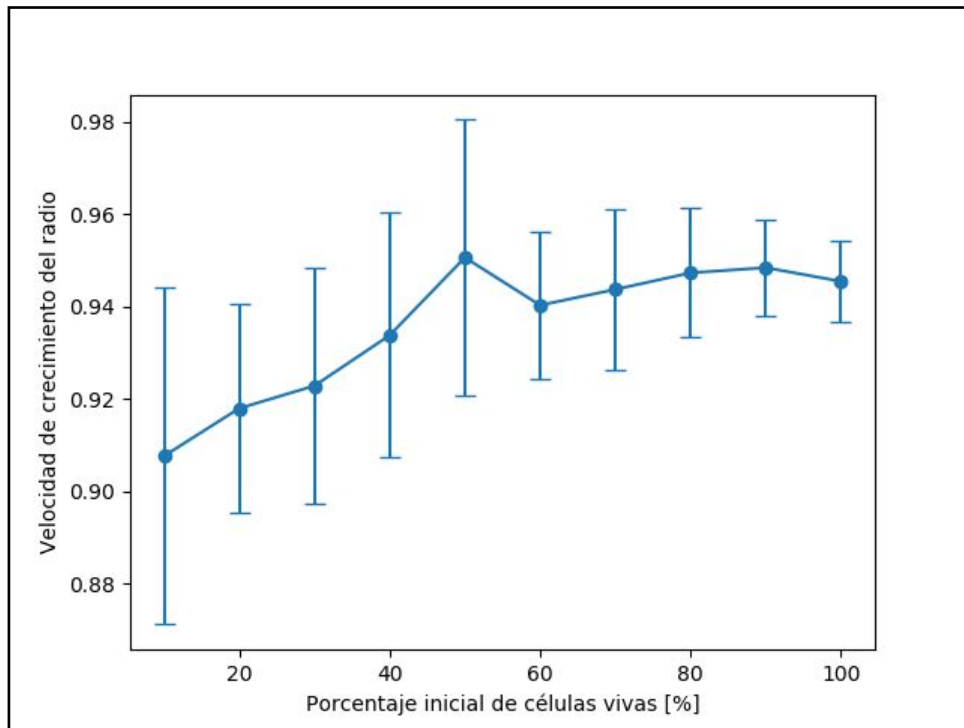
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Primes Rule



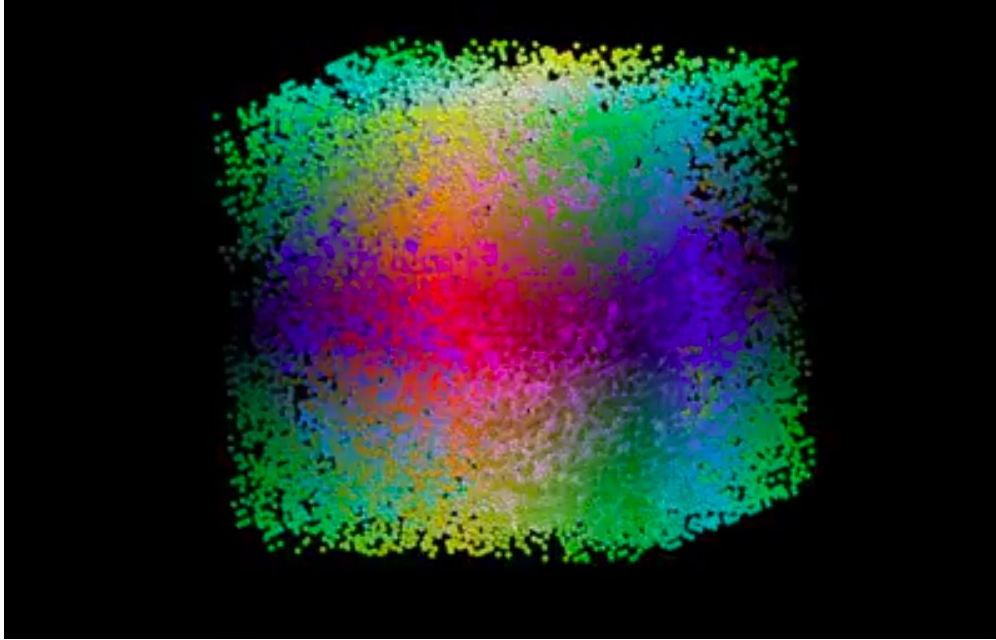
Regla: Primes Rule (3D)

Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Between 3 and 20 Primes Rule



Regla: Between 3 and 20 Primes Rule (3D)

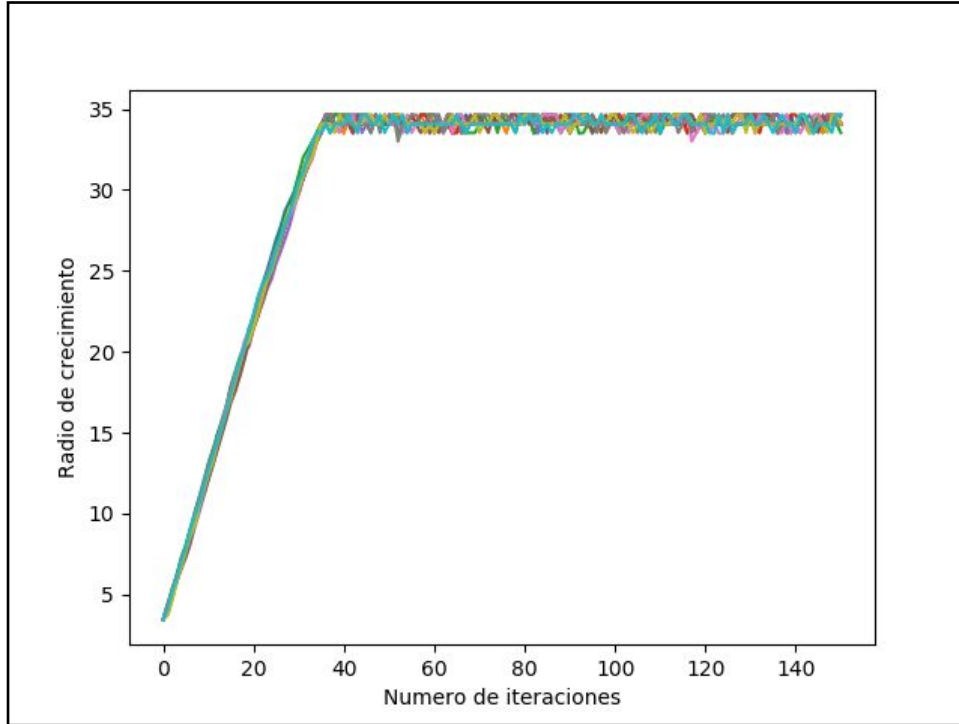
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Between 3 and 20 Primes Rule



Regla: Between 3 and 20 Primes
Rule (3D)

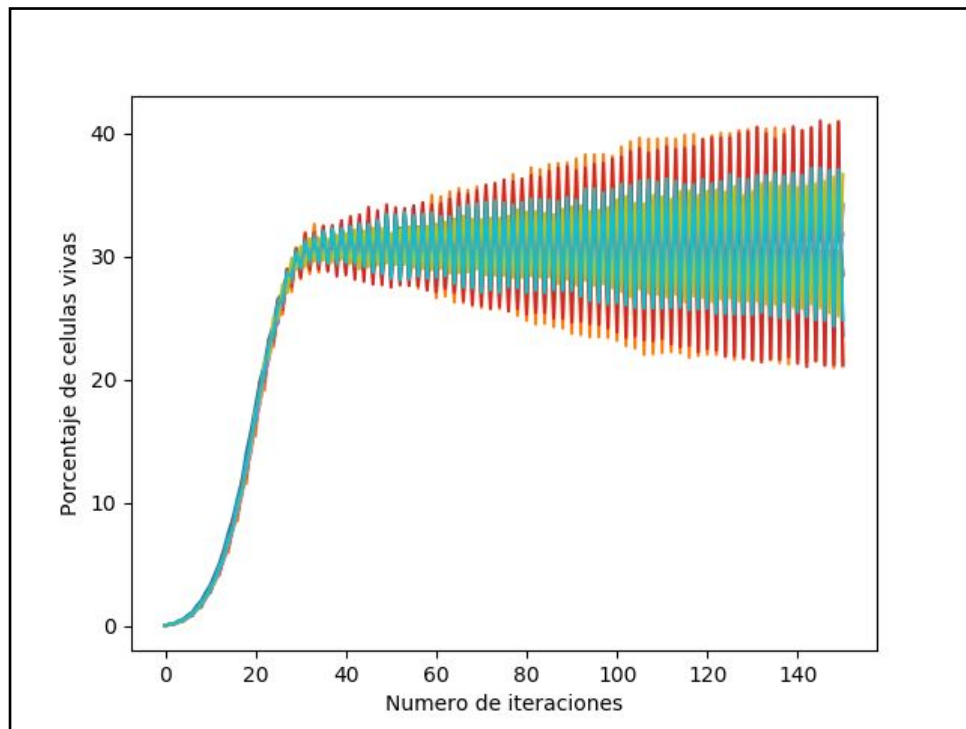
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Between 3 and 20 Primes Rule



Regla: Between 3 and 20 Primes
Rule (3D)

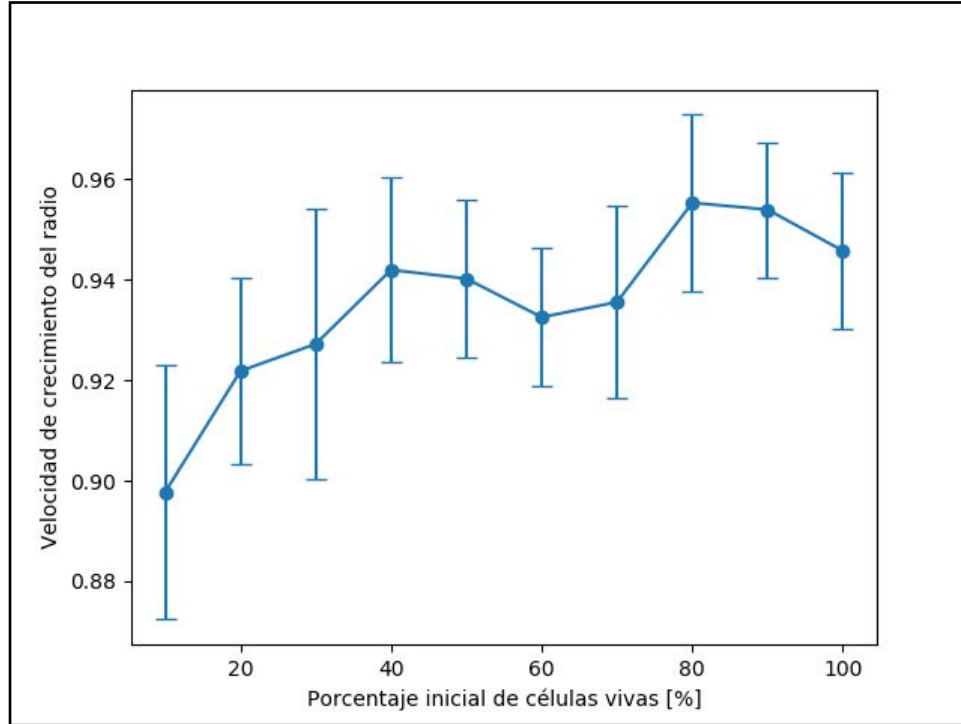
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Between 3 and 20 Primes Rule



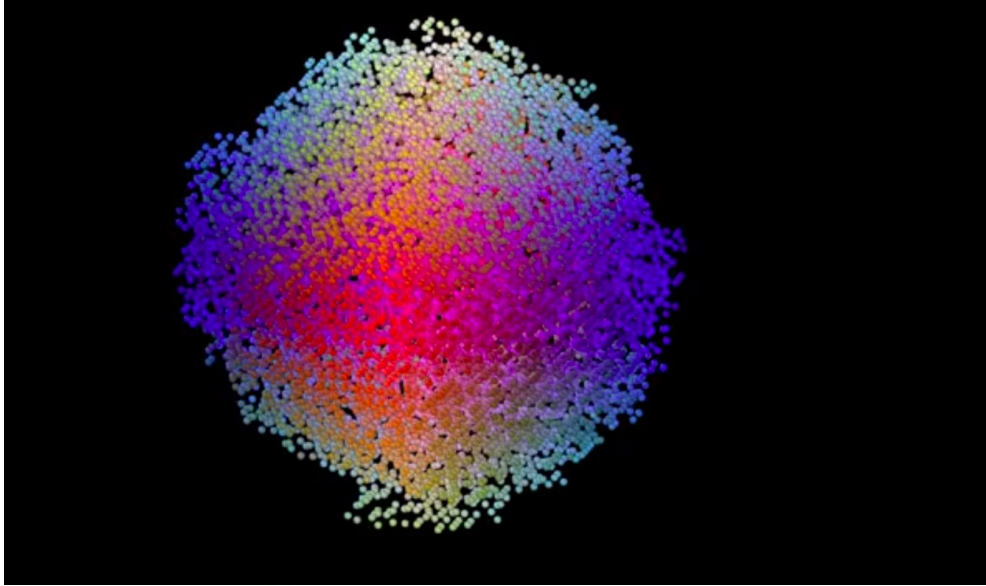
Regla: Between 3 and 20 Primes
Rule (3D)

Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Different Multiples Rule



Regla: Different Multiples (3D)

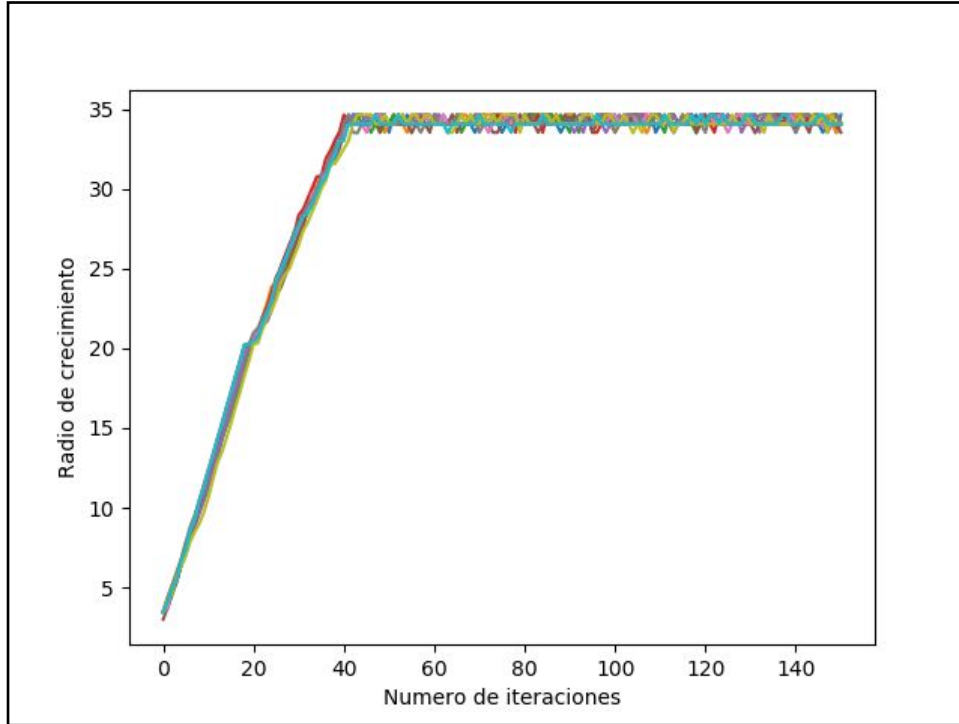
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Different Multiples Rule



Regla: Different Multiples (3D)

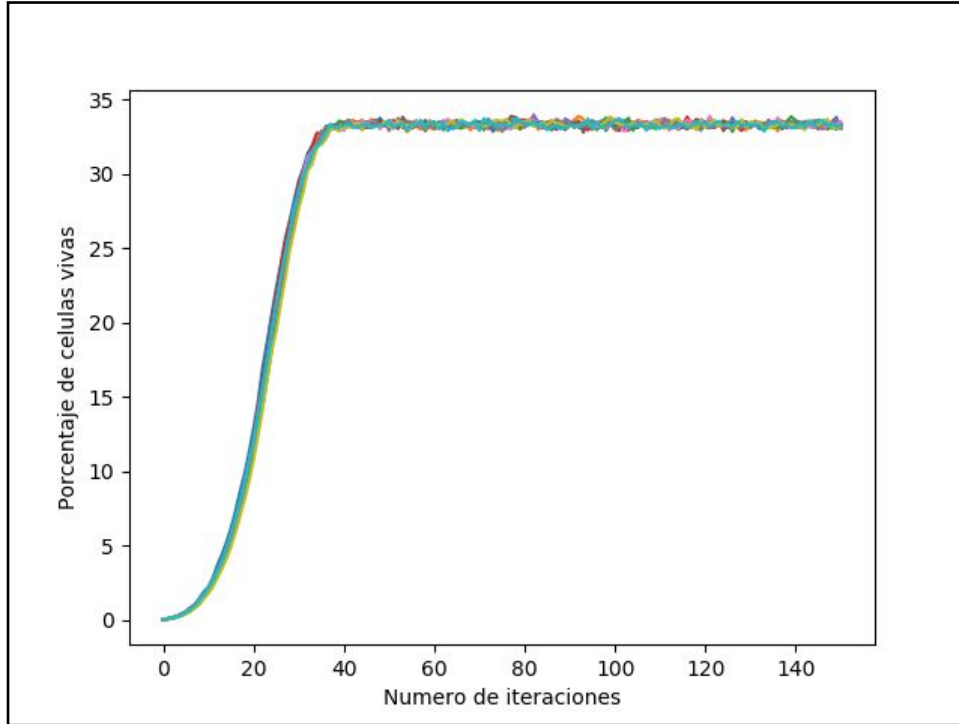
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Different Multiples Rule



Regla: Different Multiples (3D)

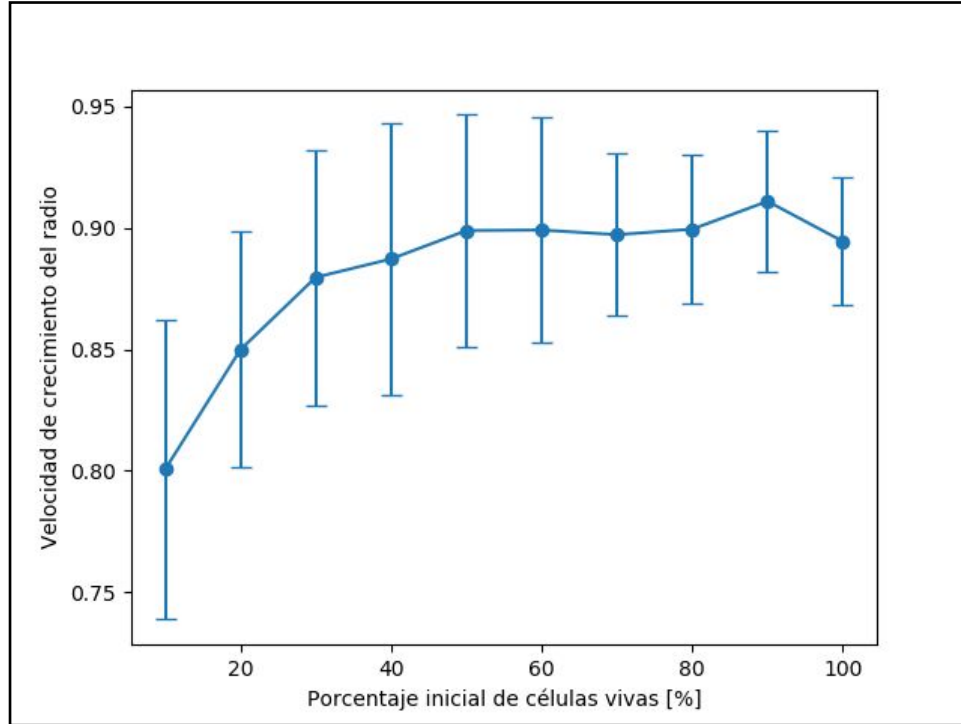
Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

Porcentaje de células vivas: 50%

Different Multiples Rule



Regla: Different Multiples (3D)

Iteraciones: 150

Espacio total: 40x40x40

Espacio inicial: 4x4x4

5. CONCLUSIES



Los sistemas que definimos para el espacio 3D tuvieron comportamientos similares. En los tres, el radio de crecimiento del sistema crece de manera lineal hasta alcanzar la pared y el porcentaje de células vivas crece exponencialmente hasta el t en el cual el radio de crecimiento del sistema alcanza el punto mencionado anteriormente.

En los sistemas 3D, el valor medio de radio de crecimiento (observable) era proporcional al porcentaje de células vivas iniciales (input). Pero el desvío era lo suficientemente grande como para creer que esta relación no existe.

En el sistema propuesto por Conway, se observaron los patrones vistos en la bibliografía y, en particular, se detectaron los gliders que generaban aumento del radio de crecimiento del sistema hasta el borde del mismo.

En el sistema de Conway, el valor medio de radio de crecimiento era proporcional al porcentaje de células vivas iniciales, pero el desvío es lo suficientemente grande como para creer que esta relación no existe.



¡Muchas gracias!

¿Preguntas?

