



**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
Campus Estado de México**

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales
TC2008B | (Gpo 301)

Simulación de un Robot de Limpieza

M1. Actividad

Profesor a cargo

Jorge Adolfo Ramírez Uresti

Equipo SMA #7

Julio Cesar Vivas Medina..... ITC | A01749879

Ulises Jaramillo Portilla..... ITC | A01798380

Fecha de entrega: 08 de noviembre del 2024

1. Introducción.....	3
1.1 Especificaciones generales de la actividad.....	3
2. Estructura del modelo.....	4
2.1 Justificación del comportamiento de los agentes.....	4
3. Desarrollo.....	5
3.1 Parámetros de las pruebas.....	5
3.2 Resultados de las simulaciones.....	5
4. Análisis de resultados.....	15
5. Conclusión.....	16

1. Introducción

En este documento se presenta el modelo de simulación desarrollado para representar el comportamiento de agentes de limpieza en una habitación. El objetivo principal es simular cómo un conjunto de agentes autónomos interactúa con su entorno (una habitación con celdas sucias y limpias) para limpiar de manera eficiente el espacio disponible. Este modelo está basado en la arquitectura de agentes de la plataforma Mesa y se centra en la toma de decisiones autónoma de los agentes a medida que se mueven y limpian en un espacio determinado. Los agentes actúan siguiendo reglas simples, pero cooperando indirectamente para lograr el objetivo común: limpiar toda la habitación en el menor tiempo posible.

La simulación utiliza un entorno dinámico que permite visualizar los avances de los agentes en tiempo real, además de recopilar datos sobre su rendimiento, como el porcentaje de celdas limpias, la cantidad de movimientos realizados, el tiempo transcurrido y la diferencia en tiempo real entre celdas limpias y celdas sucias en base al avance del tiempo, lo que proporciona una visión cuantitativa de la eficiencia de los agentes en la tarea de limpieza.

1.1 Especificaciones generales de la actividad

Este modelo se trabajó con la plataforma Mesa, diseñada para crear simulaciones multiagente. Las especificaciones generales del modelo son las siguientes:

- **Dimensiones de la habitación:**

La habitación se representa como una cuadrícula de M filas y N columnas, donde las dimensiones de la cuadrícula son definidas como parámetros antes de ejecutar la simulación.

- **Número de agentes:**

El modelo permite definir el número de agentes limpiadores que participarán en la simulación, según los parámetros establecidos al inicio. Cada agente se comportará de forma reactiva, buscando celdas sucias para limpiarlas.

- **Porcentaje de celdas sucias:**

Antes de iniciar la simulación, se debe especificar un porcentaje de celdas sucias, las cuales se distribuyen aleatoriamente en la cuadrícula. La cantidad de celdas sucias es calculada en base al porcentaje proporcionado y el número total de celdas en la habitación.

- **Tiempo máximo de ejecución:**

Se define un tiempo máximo de ejecución, el cual está determinado por el número máximo de pasos (o ciclos de simulación) que se desean realizar, permitiendo controlar la duración de la simulación y establecer el límite de tiempo dentro del cual se espera que los agentes limpien la mayoría de las celdas.

- **Objetivo del agente:**

El agente limpiador tiene como objetivo principal limpiar las celdas que estén marcadas como sucias. En cada paso de tiempo, el agente verifica si la celda en la que se encuentra está sucia. Si es así, la limpia; si no, se mueve a una de las celdas adyacentes (de las 8 posibles en una cuadrícula de Moore) para encontrar una celda sucia y limpiarla.

- **Restricciones del agente:**

Los agentes comienzan en la celda [1, 1] de la cuadrícula y, en cada paso, deben decidir entre limpiar la celda en la que están o moverse hacia una celda adyacente para buscar más celdas sucias. Los agentes pueden moverse en cualquier dirección adyacente (moore), y no pueden ocupar la misma celda que otro agente, garantizando que cada uno actúe independientemente.

Es importante señalar que, debido a la complejidad del sistema y algunos aspectos que resultaron difíciles de implementar, las celdas sucias no cuentan con un indicador visual explícito. En lugar de eso, las celdas sucias están representadas por el color blanco. Sin embargo, cuando el agente limpiador se posiciona sobre una celda sucia, esta cambia de color a rojo, lo que indica que el agente está en proceso de limpieza en ese momento.

Este enfoque visual se ha implementado para facilitar el seguimiento de las acciones del agente durante las simulaciones y proporcionar una representación clara de cómo los agentes interactúan con su entorno en cada ciclo de simulación.

2. Estructura del modelo

El modelo está compuesto por varias clases, entre las que destacan:

- **Habitacion:** Representa la habitación en la que los agentes realizan la limpieza, con celdas sucias o limpias.
- **Celda:** Define una celda individual en la habitación, que puede estar sucia o limpia.
- **CleaningAgent:** Es el agente encargado de limpiar la habitación. Interactúa con el entorno, moviéndose entre las celdas y limpiando cuando es necesario.
- **CleaningModel:** Es el modelo de simulación que organiza los agentes, la habitación y coordina el paso del tiempo, mientras recopila datos de la simulación.

2.1 Justificación del comportamiento de los agentes

Los agentes en este modelo son agentes reactivos, lo cual es adecuado para un entorno en el que cada agente toma decisiones basadas en el estado inmediato de su entorno. Los agentes no siguen una estrategia predeterminada, sino que responden de forma simple a las celdas sucias.

- **Reactivos:** Cada *CleaningAgent* reacciona a las celdas sucias que encuentra en su entorno, tomando decisiones simples basadas en el estado inmediato de la celda. El

agente se mueve a una celda vecina aleatoria si la celda actual está limpia o la limpia si está sucia.

- **Autónomos:** Cada agente actúa de manera independiente, moviéndose y limpiando celdas sin depender de la colaboración con otros agentes. Esta característica refleja la autonomía de los agentes dentro del modelo.

3. Desarrollo

Para evaluar el desempeño de los agentes en el modelo de simulación, realizaremos 15 pruebas utilizando diferentes combinaciones de parámetros. Estas pruebas incluirán variaciones en el número de agentes, el porcentaje de celdas sucias, el tiempo máximo de ejecución y las dimensiones de la habitación. Cada uno de estos parámetros se modificará de forma estratégica para observar cómo influyen en la eficiencia del sistema de limpieza y así la información recopilada durante las simulaciones sirva como base para el análisis de los resultados y la toma de decisiones en el modelo.

Unicamente se mostrarán las gráficas de porcentaje limpio y celdas limpias vs celdas sucias, además de las estadísticas generales de la simulación.

3.1 Parámetros de las pruebas

Tabla detallada con todos los parámetros que se modificarán en cada una de las 15 pruebas:

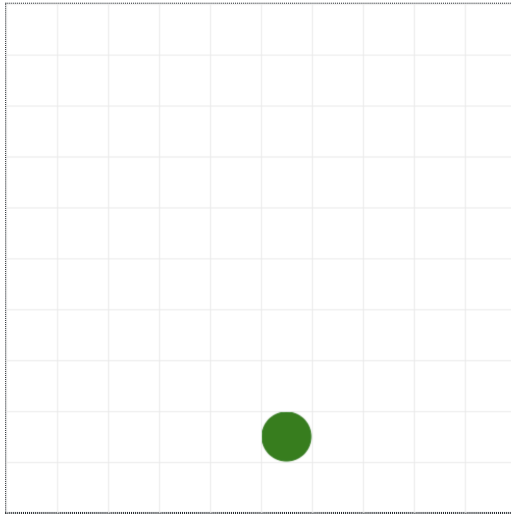
#	Tamaño de habitación (M x N)	Número de agentes de limpieza	Porcentaje inicial de celdas sucias	Tiempo de ejecución (Pasos)
1	10x10	1	10%	10
2	10x10	3	30%	50
3	10x10	5	50%	100
4	10x10	7	70%	200
5	10x10	10	90%	200
6	10x10	1	30%	50
7	10x10	3	50%	100
8	10x10	5	70%	100
9	15x15	7	90%	200
10	20x20	5	50%	50

Tabla 1. Parámetros de prueba

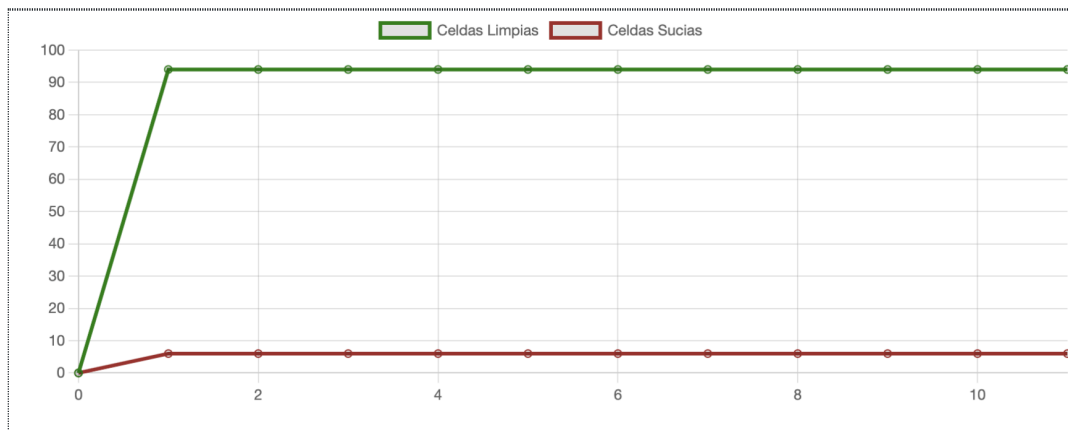
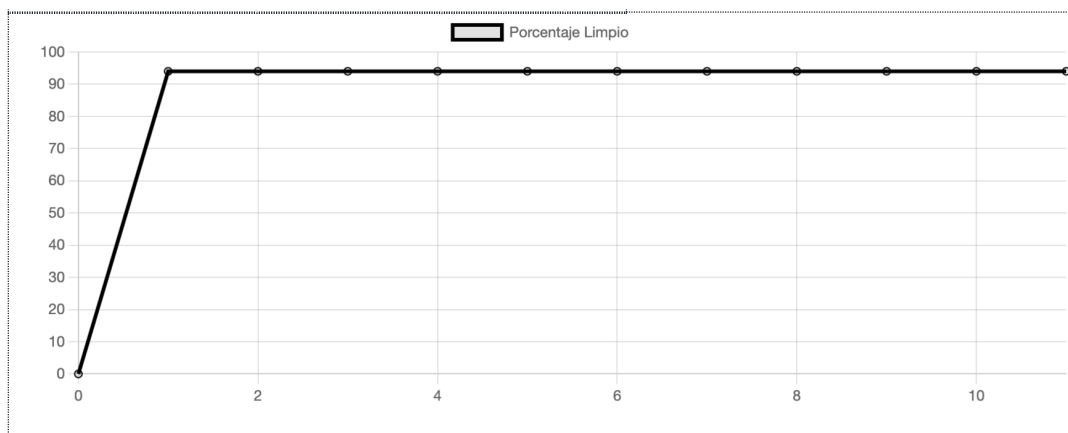
3.2 Resultados de las simulaciones

- **Resultado prueba #1:**

Current Step: 12

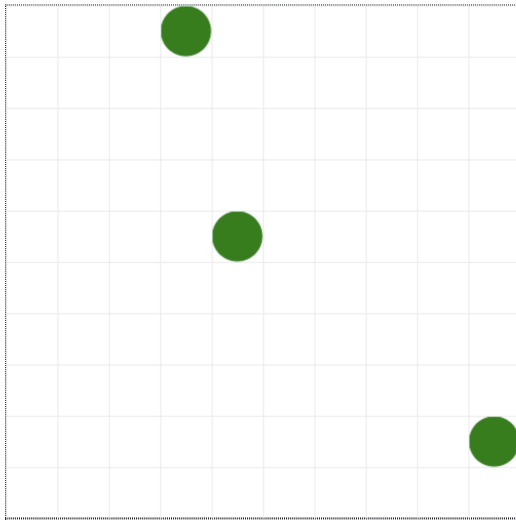


Estadísticas de Simulación:
Porcentaje Limpio: 94.00%
Celdas Sucias/Limpias: 6/94
Movimientos Totales: 10
Tiempo Transcurrido: 10/10

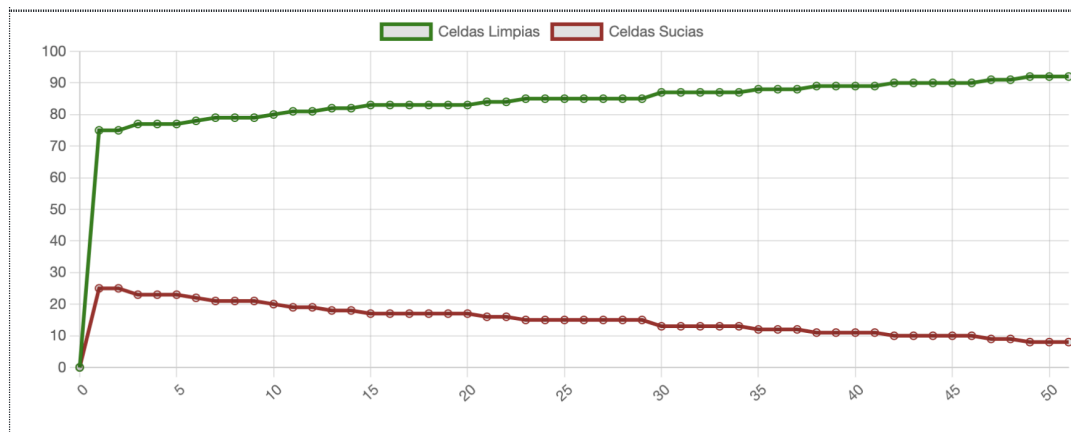
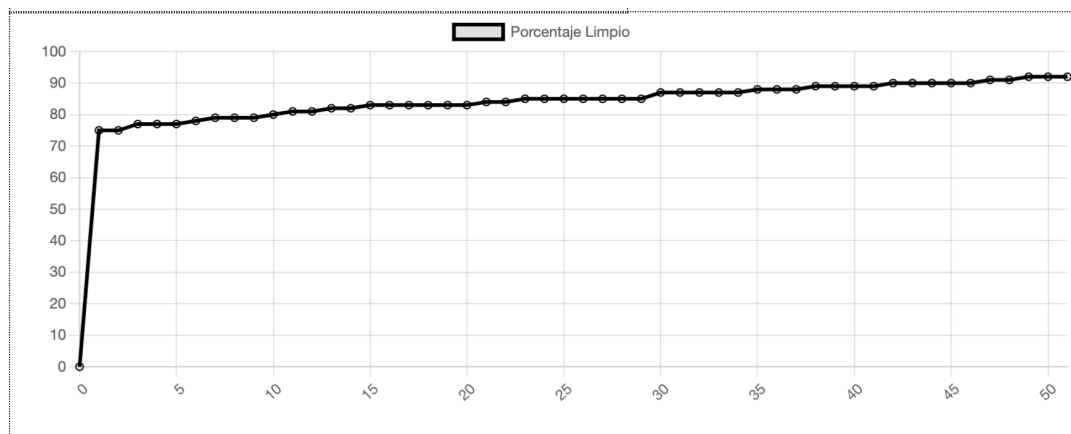


- **Resultado prueba #2:**

Current Step: 52

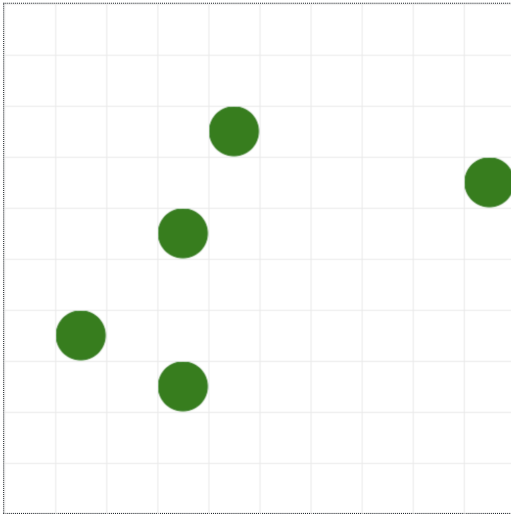


Estadísticas de Simulación:
Porcentaje Limpio: 92.00%
Celdas Sucias/Limpias: 8/92
Movimientos Totales: 132
Tiempo Transcurrido: 50/50



- **Resultado prueba #3:**

Current Step: 102



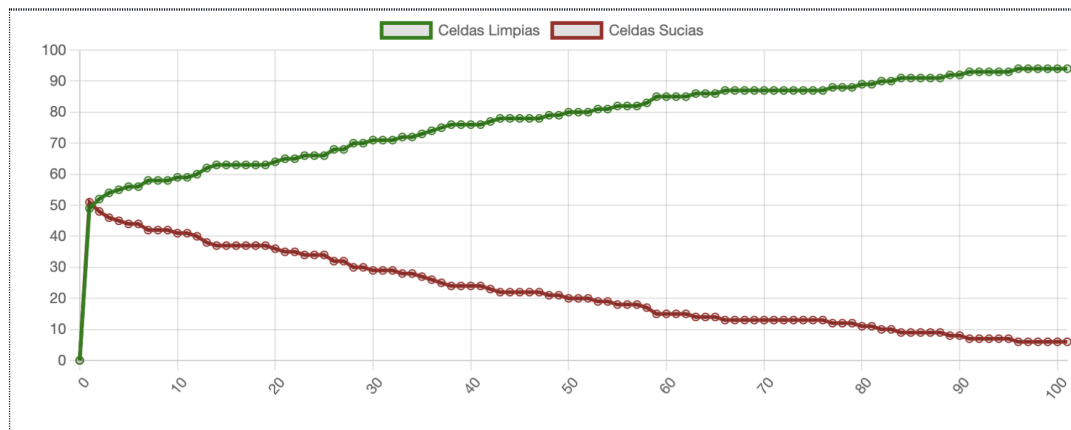
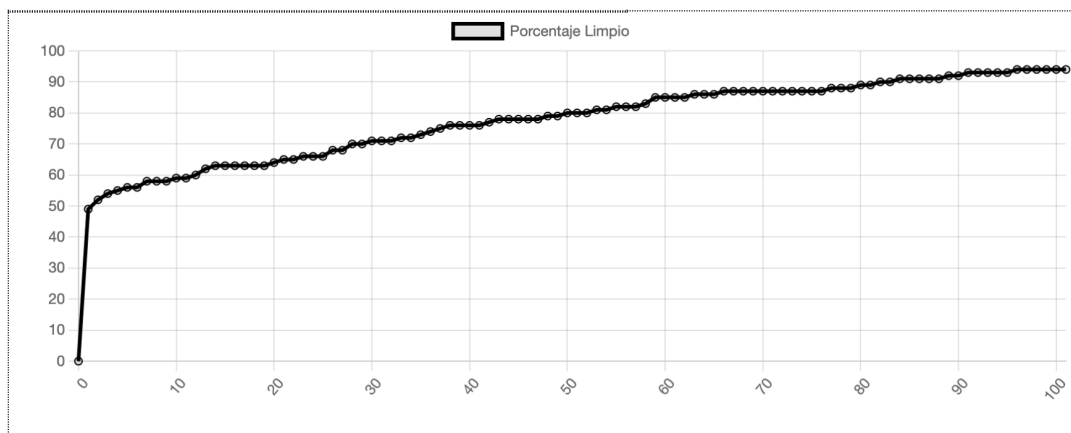
Estadísticas de Simulación:

Porcentaje Limpio: 94.00%

Celdas Sucias/Limpias: 6/94

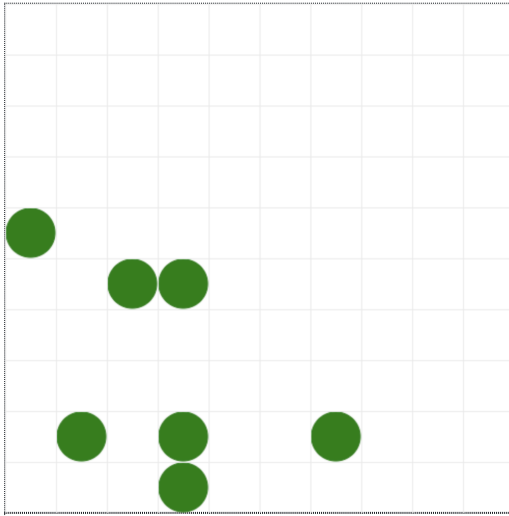
Movimientos Totales: 455

Tiempo Transcurrido: 100/100



- **Resultado prueba #4:**

Current Step: 202



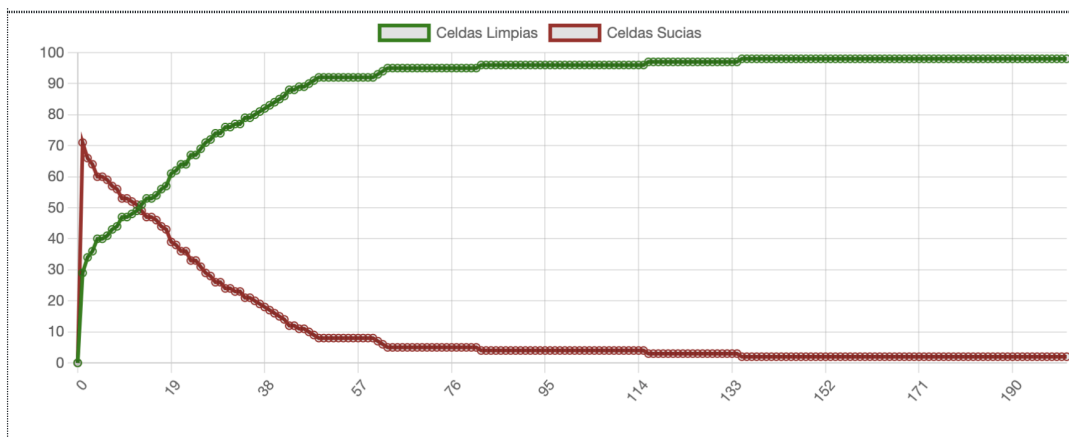
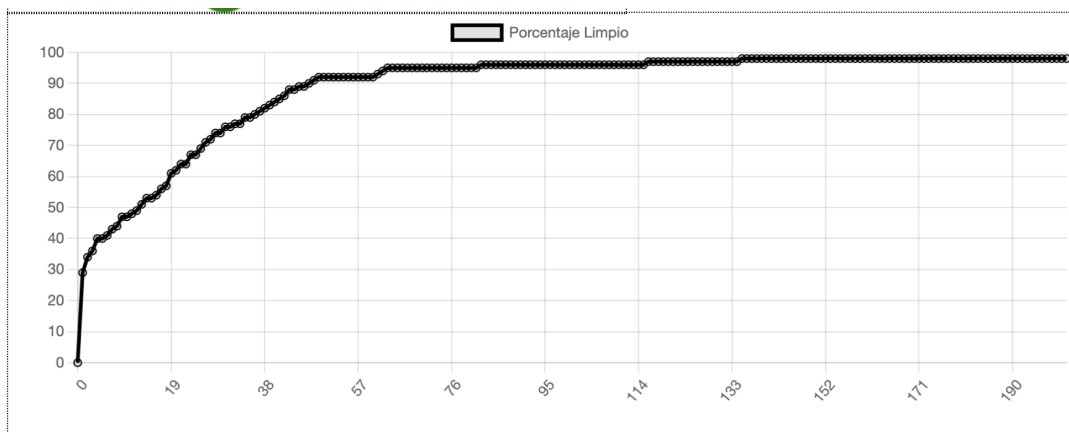
Estadísticas de Simulación:

Porcentaje Limpio: 98.00%

Celdas Sucias/Limpias: 2/98

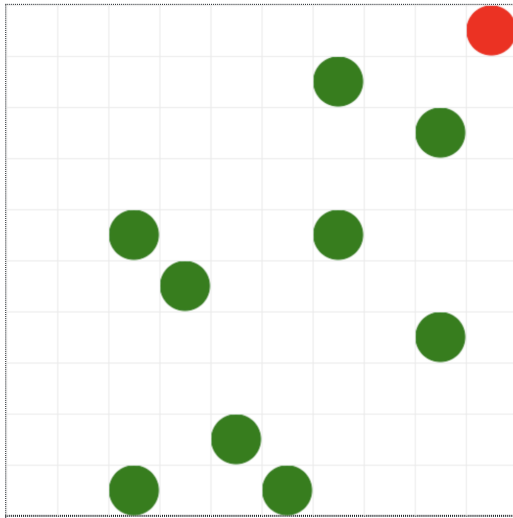
Movimientos Totales: 1330

Tiempo Transcurrido: 200/200



- **Resultado prueba #5:**

Current Step: 120



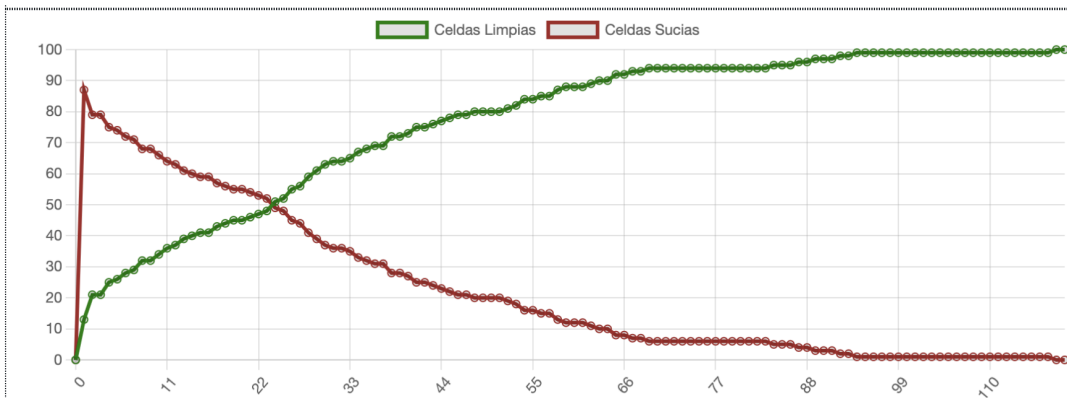
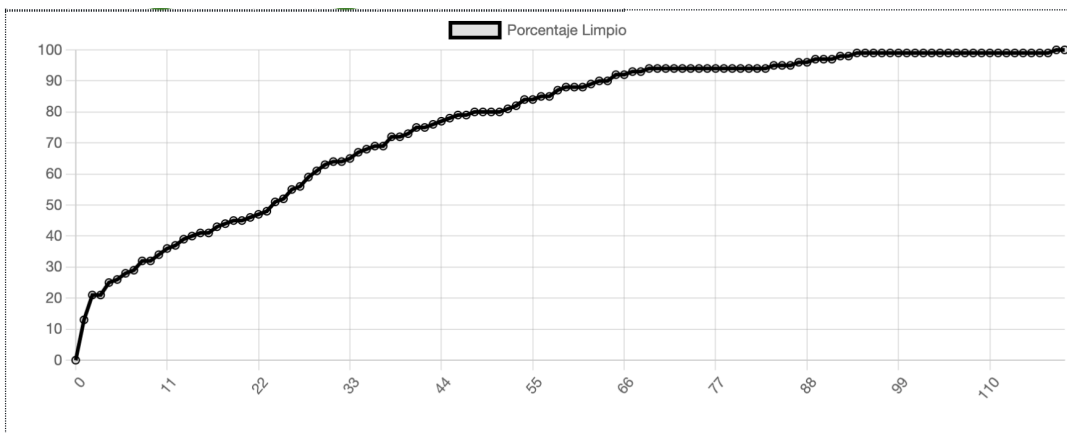
Estadísticas de Simulación:

Porcentaje Limpio: 100.00%

Celdas Sucias/Limpias: 0/100

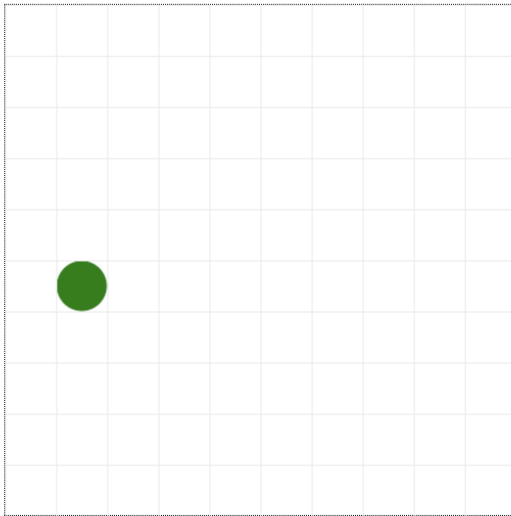
Movimientos Totales: 1088

Tiempo Transcurrido: 118/200

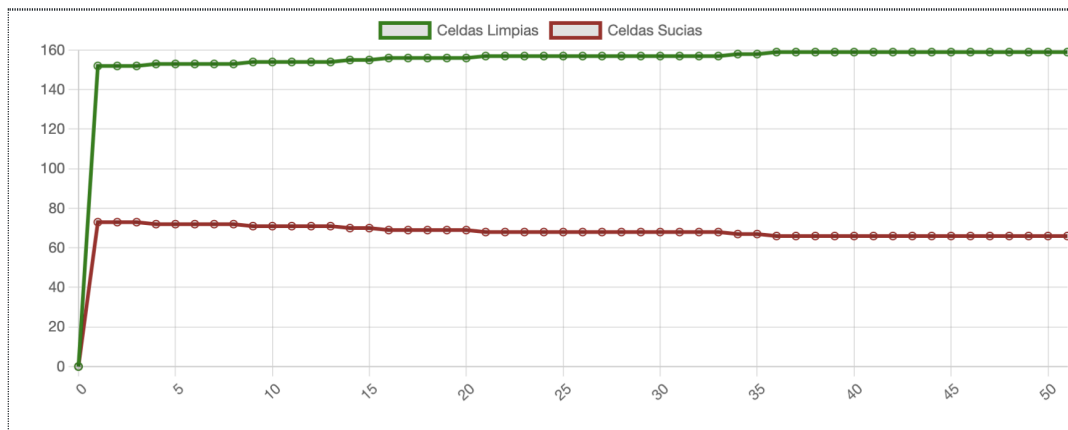
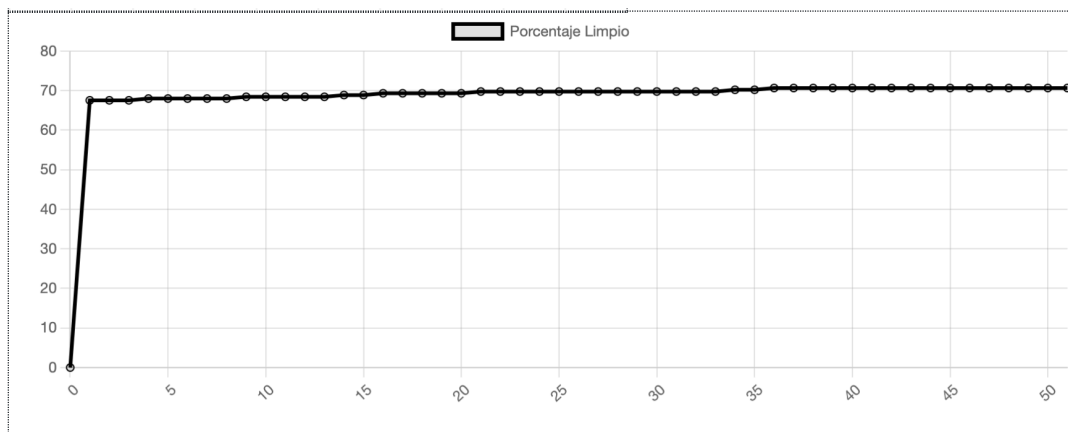


- **Resultado prueba #6:**

Current Step: 52

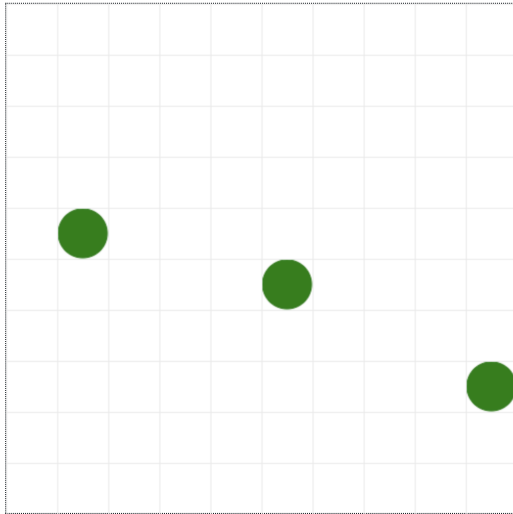


Estadísticas de Simulación:
Porcentaje Limpio: 70.67%
Celdas Sucias/Limpias: 66/159
Movimientos Totales: 43
Tiempo Transcurrido: 50/50

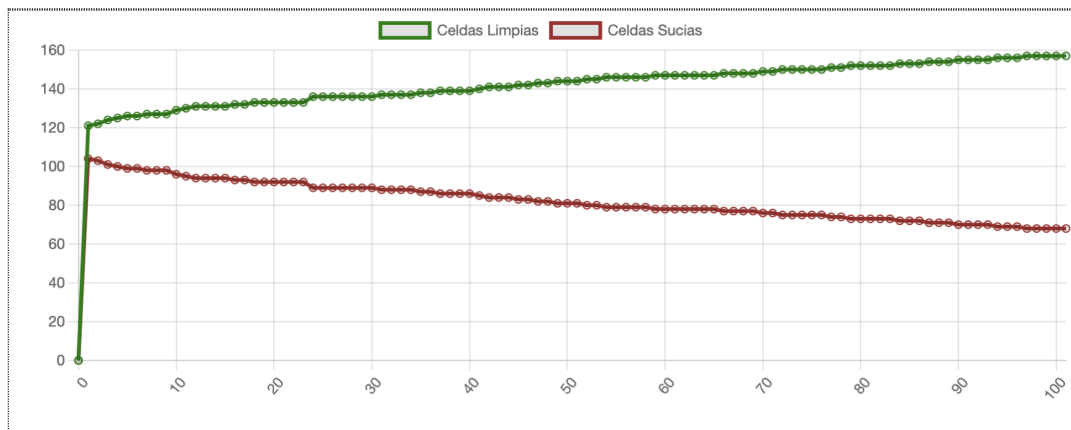
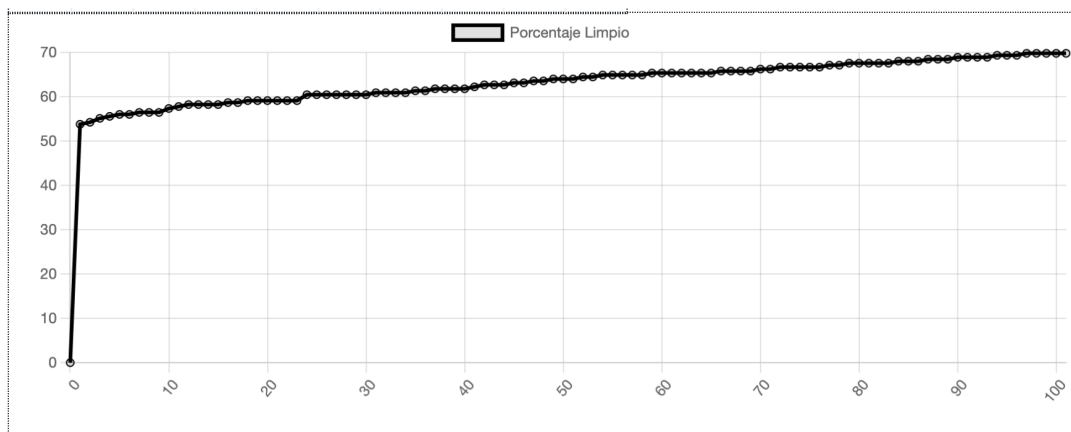


- **Resultado prueba #7:**

Current Step: 102

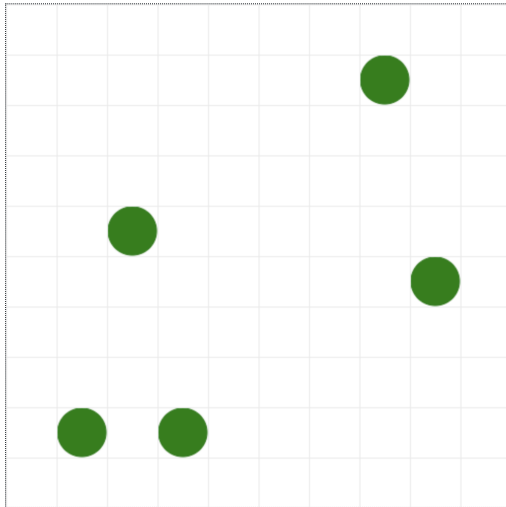


Estadísticas de Simulación:
Porcentaje Limpio: 69.78%
Celdas Sucias/Limpias: 68/157
Movimientos Totales: 264
Tiempo Transcurrido: 100/100



- **Resultado prueba #8:**

Current Step: 102



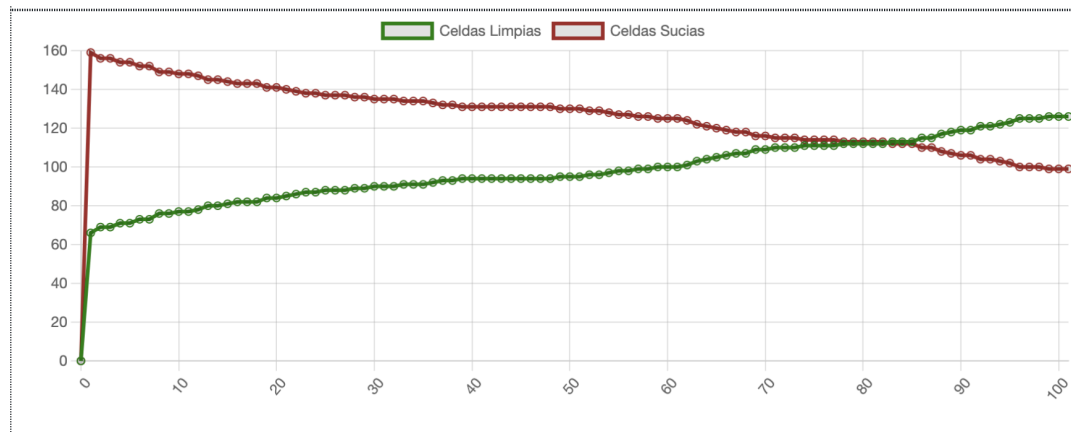
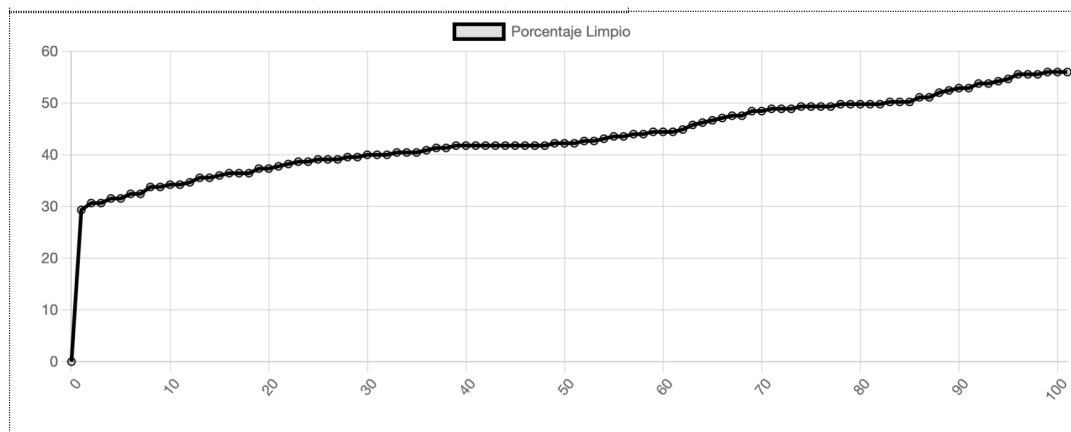
Estadísticas de Simulación:

Porcentaje Limpio: 56.00%

Celdas Sucias/Limpias: 99/126

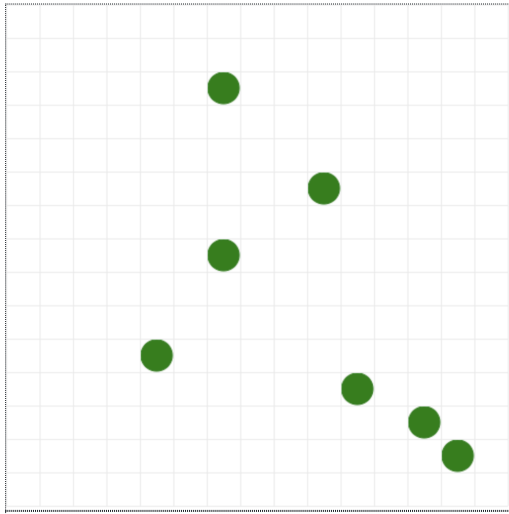
Movimientos Totales: 439

Tiempo Transcurrido: 100/100



- **Resultado prueba #9:**

Current Step: 202



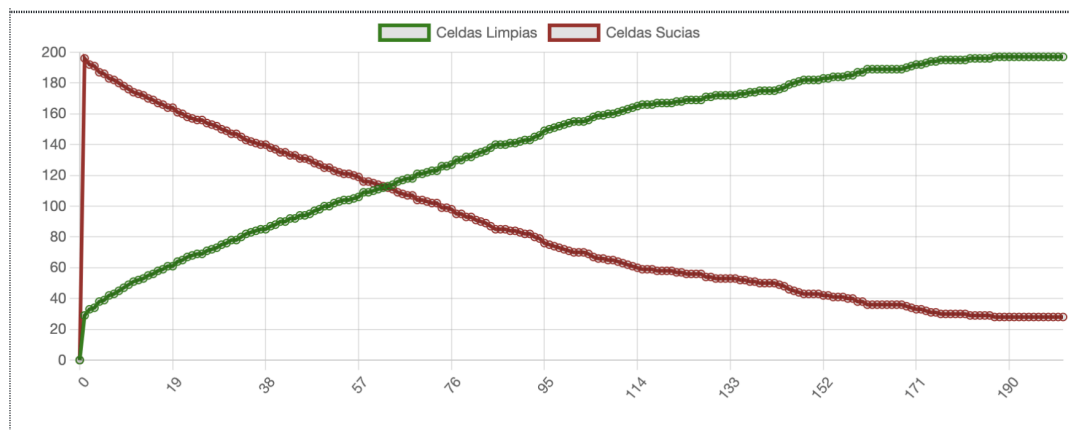
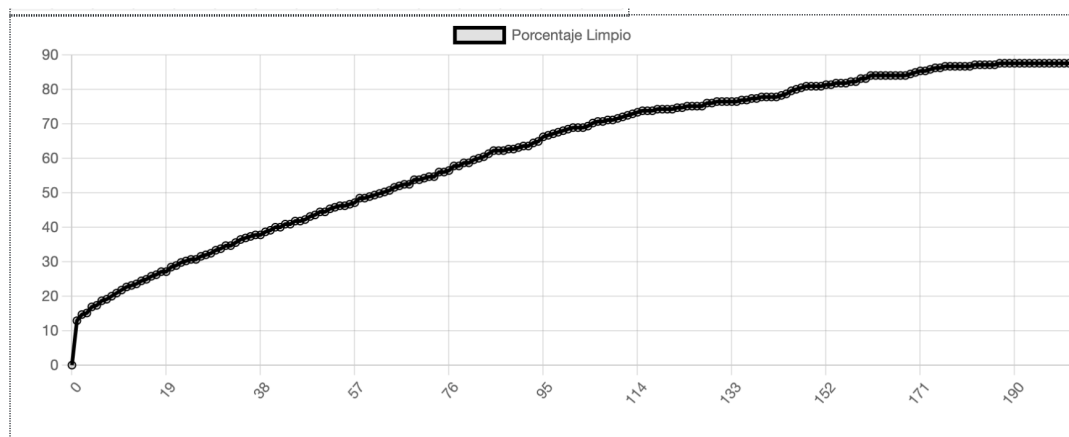
Estadísticas de Simulación:

Porcentaje Limpio: 87.56%

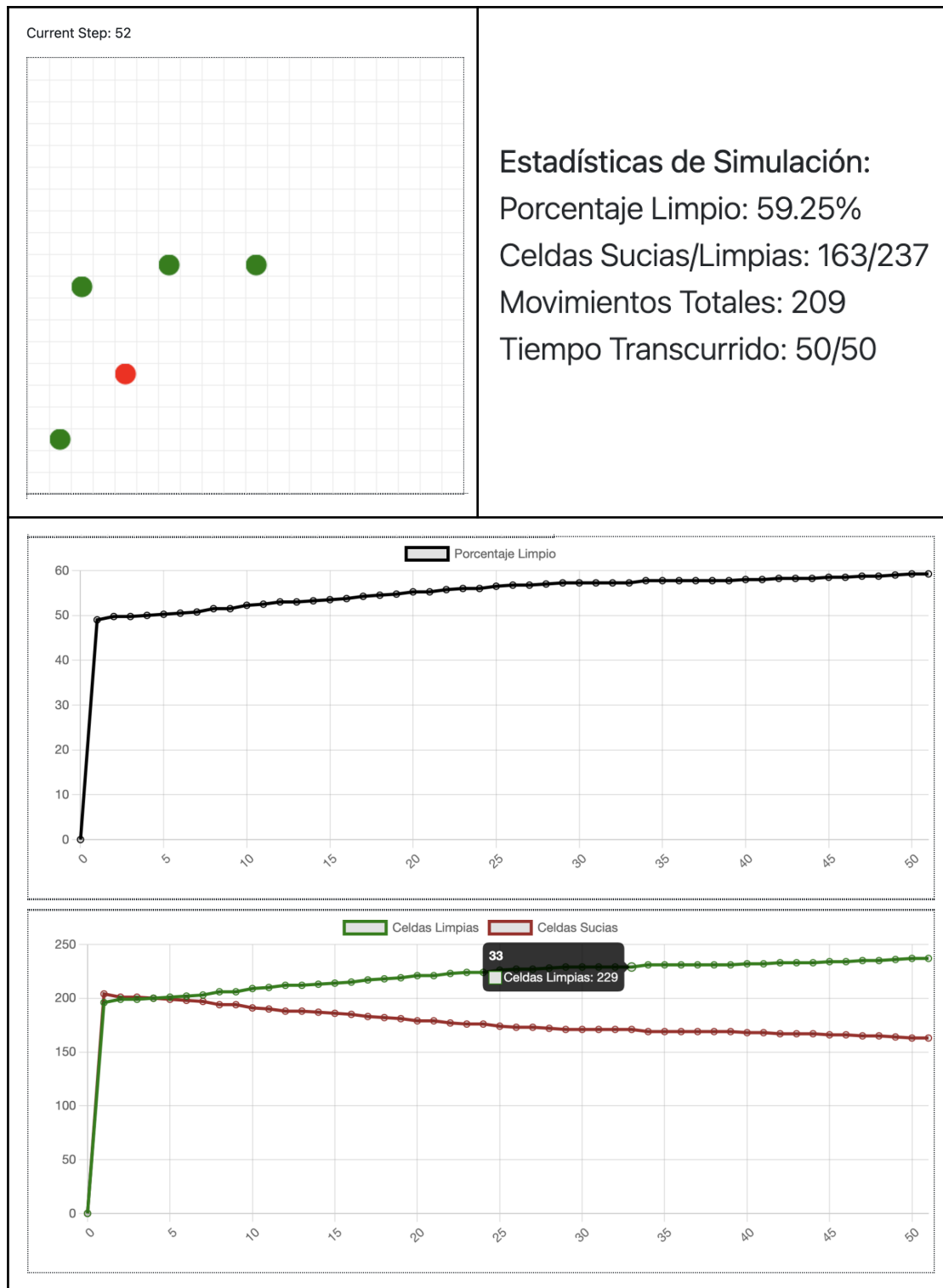
Celdas Sucias/Limpias: 28/197

Movimientos Totales: 1231

Tiempo Transcurrido: 200/200



- **Resultado prueba #10:**



4. Análisis de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en las 15 simulaciones, podemos observar que el tamaño de la cuadrícula y el número de agentes son factores directamente proporcionales a la eficiencia de limpieza. A medida que aumentamos el número de agentes o el tamaño de la habitación, la limpieza se realiza de manera más eficiente. Sin embargo, el número de movimientos realizados por los agentes también aumenta considerablemente con el tamaño

de la cuadrícula. Esto refleja que, en escenarios con más agentes o habitaciones más grandes, los agentes deben moverse más para limpiar las celdas, lo que puede llevar más tiempo.

En pruebas donde el número de agentes es muy bajo o el tiempo de ejecución es insuficiente, los agentes no son capaces de cubrir toda la cuadrícula dentro del tiempo asignado, lo que resulta en una limpieza ineficiente o tardada. Esto demuestra que para un sistema eficiente, es crucial ajustar la cantidad de agentes en función del tamaño del entorno y del tiempo disponible.

La gráfica de comparación entre las diferentes simulaciones mostró una correlación clara entre la cantidad de celdas limpias y las celdas sucias. A medida que los agentes limpiaban las celdas sucias, la cantidad de celdas sucias disminuía proporcionalmente, lo que confirma el buen funcionamiento de la simulación. Este comportamiento se mantuvo consistente a lo largo de las pruebas, evidenciando que la simulación está diseñada correctamente para seguir la lógica de limpieza.

Sin embargo, es importante resaltar que, a pesar de estas tendencias generales, los resultados pueden variar ligeramente entre ejecuciones del modelo, incluso con los mismos parámetros. Este comportamiento impredecible refleja la naturaleza aleatoria del funcionamiento de los agentes y su entorno. Los agentes toman decisiones basadas en su percepción local del entorno, lo que introduce un grado de aleatoriedad que puede afectar el rendimiento en cada ejecución.

5. Conclusión

En conclusión, la experimentación y análisis del modelo de agentes de limpieza nos brindaron valiosos aprendizajes sobre cómo las diferentes configuraciones de parámetros impactan el rendimiento del sistema. A través de las pruebas realizadas, observamos que el número de agentes y el tamaño de la cuadrícula son factores determinantes en la eficiencia del proceso de limpieza. A mayor número de agentes y mayor tamaño de la cuadrícula, el tiempo de limpieza disminuye, pero también aumenta la cantidad de movimientos necesarios.

Esta experiencia también nos permitió identificar aspectos que pueden mejorarse, como la optimización de las rutas de los agentes para escenarios más grandes, lo que podría reducir el tiempo total sin aumentar innecesariamente el número de agentes. Además, el comportamiento aleatorio de los agentes, aunque esperable, destacó la importancia de realizar múltiples simulaciones para obtener una visión más precisa de la eficiencia del modelo.

El aprendizaje obtenido en esta actividad no solo nos proporcionó una comprensión más profunda sobre las simulaciones multiagente, sino que también nos ha preparado para enfrentar futuros desafíos relacionados con la optimización de sistemas en entornos dinámicos y complejos, que nos será de gran utilidad en nuestro proyecto de la materia.