



**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY**

**Campus Estado de México**

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales

ACTIVIDAD: INFORME

Profesor:

Jorge Adolfo Ramírez Uresti

UNIDAD DE FORMACIÓN TC2008B.301

Integrantes de la actividad:

Andrés Cabrera Alvarado	A01798681
-------------------------	-----------

Mariana Marzayani Hernández Jurado	A01799263
------------------------------------	-----------

8 de noviembre del 2024

## Descripción de la actividad

El objetivo de esta actividad es estudiar mediante gráficos y datos recopilados, el comportamiento de un robot de limpieza reactivo en un entorno simulado de  $M \times N$  espacios. Se analizará cómo el número de agentes impacta la eficiencia de limpieza y el número de movimientos realizados para cubrir el espacio sucio de la habitación.

## Simulación

- **Condiciones iniciales:**

- Habitación de  $M \times N$  espacios, con un porcentaje de celdas inicialmente sucias distribuidas aleatoriamente.
- Número de agentes definidos, todos comenzando en la posición inicial  $[1,1]$ .
- Tiempo máximo de ejecución establecido para la simulación.

- **Comportamiento de los agentes:**

- *Acción de limpieza:* Si el agente encuentra una celda sucia, ejecuta la acción de aspirar.
- *Movimiento aleatorio:* Si la celda está limpia, selecciona una de las celdas vecinas al azar (de las ocho direcciones posibles) para moverse. Si la celda elegida es inaccesible, el agente permanece en su posición.

- **Fin de la simulación:**

La simulación se ejecuta hasta que las celdas estén limpias o hasta alcanzar el tiempo máximo de ejecución.

## Desarrollo de la solución

Para implementar esta simulación, se definieron los siguientes parámetros de forma aleatoria:

- Tamaño de la habitación ( $M \times N$ ).
- Número de agentes.
- Porcentaje de celdas inicialmente sucias.
- Tiempo máximo de ejecución.

Sin embargo, se establecieron límites específicos para cada parámetro con el fin de mantener un control lógico y realista sobre la simulación.

Dado que el número de agentes debe estar en proporción con el tamaño del espacio, el límite de agentes se fijó en función de la capacidad de la habitación. Esto evita situaciones ilógicas, como tener más agentes de los que pueden operar en el espacio disponible.

## Recolección de datos

Durante la simulación, se recopilan las siguientes métricas para analizar como la cantidad de agentes impacta el tiempo dedicado, así como la cantidad de movimientos realizados.

- *Tiempo total*: Medición del tiempo necesario para limpiar todas las celdas sucias.
- *Porcentaje de limpieza*: Proporción de celdas limpias al finalizar la simulación.
- *Movimientos totales*: Conteo del número de movimientos realizados por los agentes durante toda la simulación.

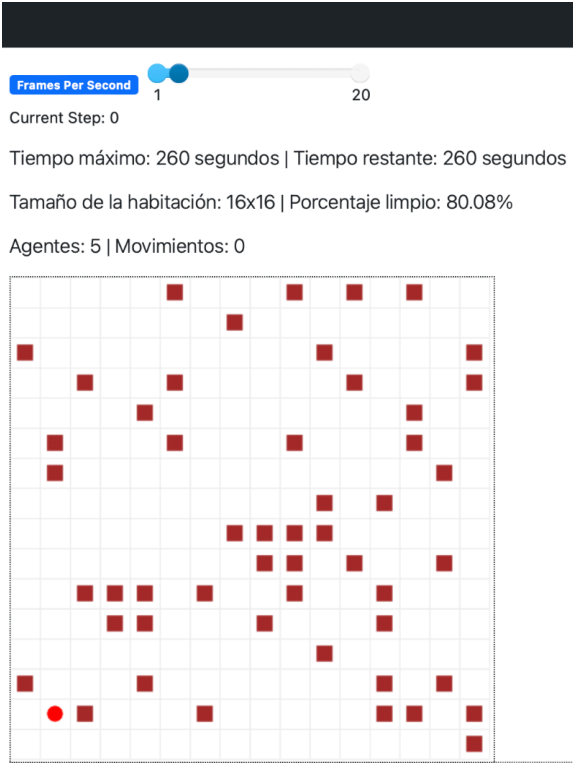
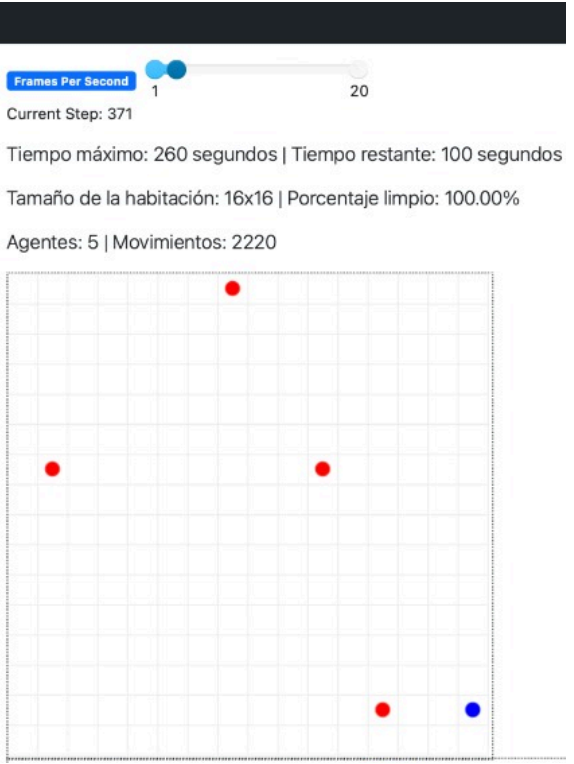
## Resultados

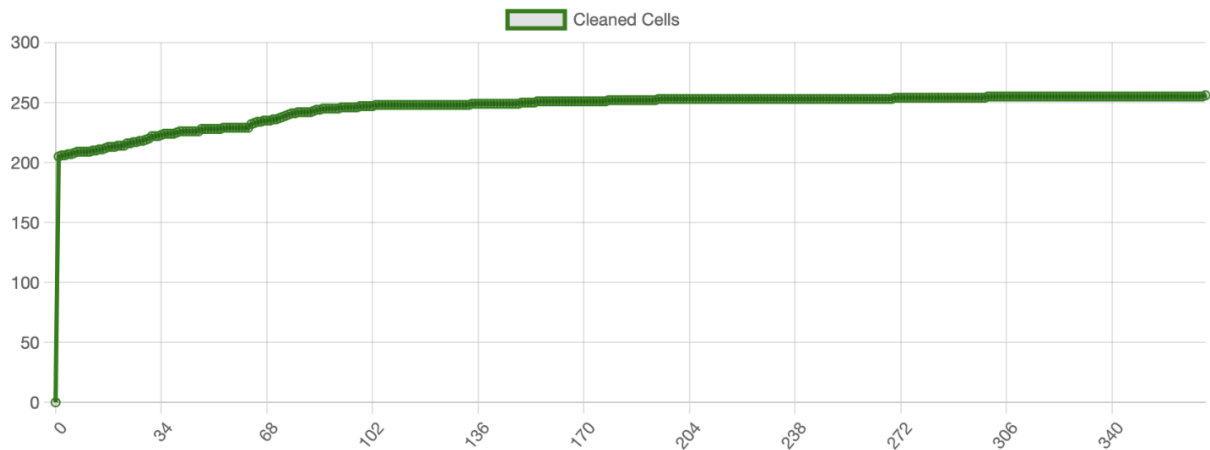
A continuación se presentan los resultados obtenidos de tres pruebas diferentes, que incluyen las condiciones iniciales, los resultados finales y los gráficos que ilustran el progreso de la simulación en cada caso.

Además de las condiciones iniciales mencionadas anteriormente, se añadieron dos elementos a la interfaz de la simulación adicionales que serán usados para el análisis.

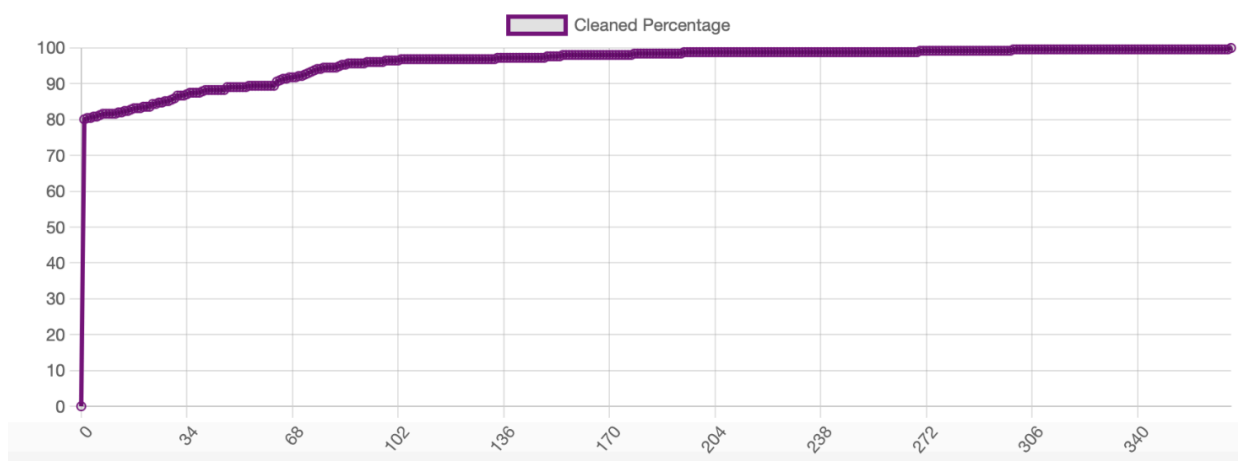
- *Tiempo restante*: Un contador decreciente que muestra el tiempo que queda para completar la simulación.
- *Movimiento*: Un contador acumulativo que registra el total de movimientos realizados por todos los agentes.

**Prueba uno**

Antes de iniciar la simulación	Al terminar la simulación
	
<p><b>Figura 1.</b> Interfaz de la prueba uno, antes de iniciar.</p>	<p><b>Figura 2.</b> Interfaz de la prueba uno, al terminar.</p>
<p><b>Condiciones iniciales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Tiempo máximo: 260 segundos.</li><li>● Tamaño de la habitación: 16x16.</li><li>● <i>Porcentaje limpio: 80.08%</i></li><li>● Agentes: 5</li><li>● <i>Tiempo restante: 260 seg</i></li><li>● <i>Movimientos: 0</i></li></ul>	<p><b>Condiciones finales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Tiempo máximo: 260 segundos.</li><li>● Tamaño de la habitación: 16x16.</li><li>● <i>Porcentaje limpio: 100%</i></li><li>● Agentes: 5</li><li>● <i>Tiempo restante: 100 seg</i></li><li>● <i>Movimientos: 2,220</i></li></ul>



**Figura 3.** Gráfico de celdas limpias de la prueba uno.



**Figura 4.** Gráfico de porcentaje limpio de la prueba uno.

Al finalizar la simulación, el 100% del espacio está limpio, lo que indica que los agentes lograron limpiar toda la habitación dentro del tiempo máximo. Los ciento sesenta segundos transcurridos reflejan un buen ritmo de limpieza, considerando el tamaño de la habitación y el número de agentes. De forma que para esta prueba se infiere que el número de agentes fue más que suficiente para el tamaño de la habitación.

**Prueba dos**

Antes de iniciar la simulación	Al terminar la simulación
<div data-bbox="199 1211 774 1263"></div> <div data-bbox="199 1285 574 1321"> Frames Per Second 1 20 </div> <div data-bbox="199 1323 774 1346"> Current Step: 0 </div> <div data-bbox="199 1361 774 1386"> Tiempo máximo: 287 segundos   Tiempo restante: 287 segundos </div> <div data-bbox="199 1404 774 1429"> Tamaño de la habitación: 17x17   Porcentaje limpio: 86.16% </div> <div data-bbox="199 1447 774 1471"> Agentes: 2   Movimientos: 0 </div> <div data-bbox="199 1489 699 1982"> </div>	<div data-bbox="821 1211 1380 1263"></div> <div data-bbox="821 1285 1197 1321"> Frames Per Second 1 20 </div> <div data-bbox="821 1323 1380 1346"> Current Step: 758 </div> <div data-bbox="821 1361 1380 1386"> Tiempo máximo: 287 segundos   Tiempo restante: 0 segundos </div> <div data-bbox="821 1404 1380 1429"> Tamaño de la habitación: 17x17   Porcentaje limpio: 99.31% </div> <div data-bbox="821 1447 1380 1471"> Agentes: 2   Movimientos: 2271 </div> <div data-bbox="821 1489 1321 1982"> </div>

**Figura 5.** Interfaz de la prueba dos, antes de iniciar.

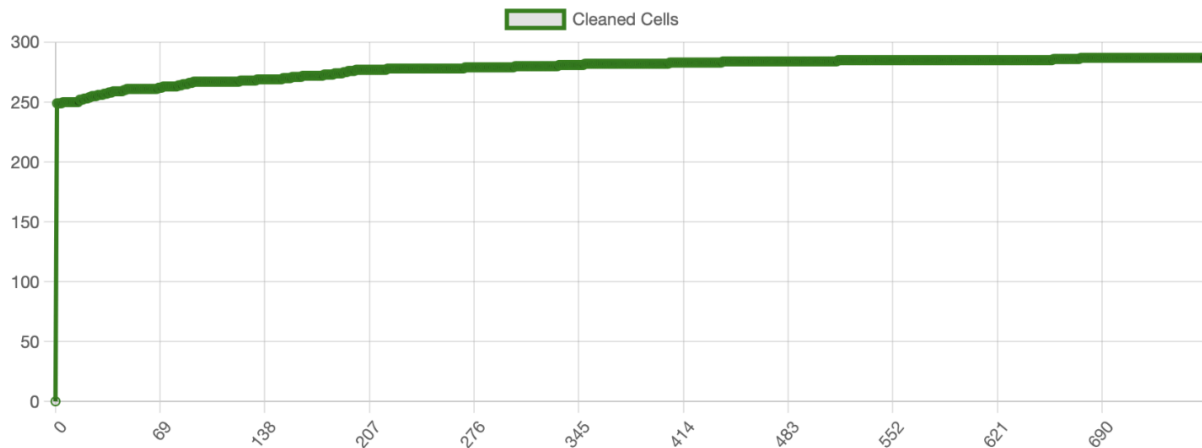
**Figura 6.** Interfaz de la prueba dos, al terminar.

**Condiciones iniciales:**

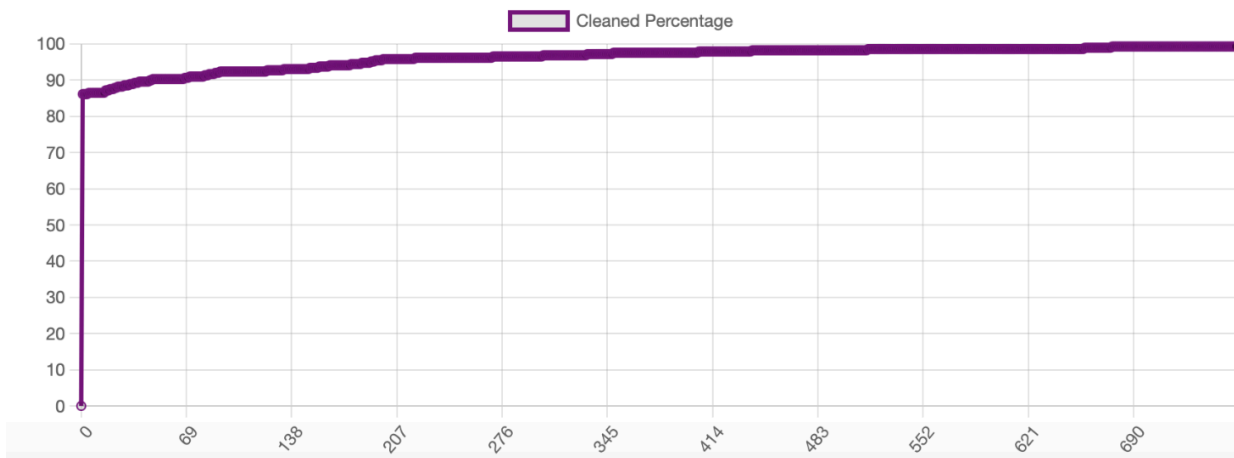
- Tiempo máximo: 287 segundos.
- Tamaño de la habitación: 17x17.
- *Porcentaje limpio: 86.16%*
- Agentes: 2
- *Tiempo restante: 287 seg*
- *Movimientos: 0*

**Condiciones finales:**

- Tiempo máximo: 287 segundos.
- Tamaño de la habitación: 17x17.
- *Porcentaje limpio: 99.31%*
- Agentes: 2
- *Tiempo restante: 0 seg*
- *Movimientos: 2,271*



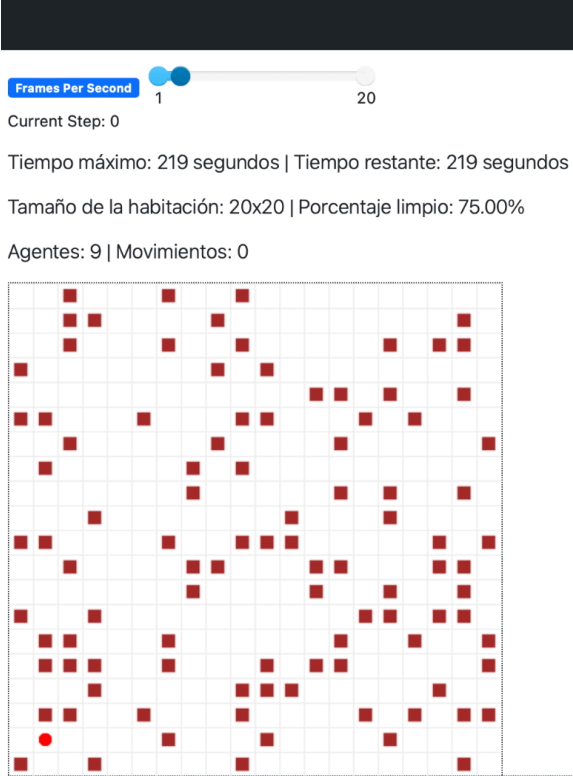
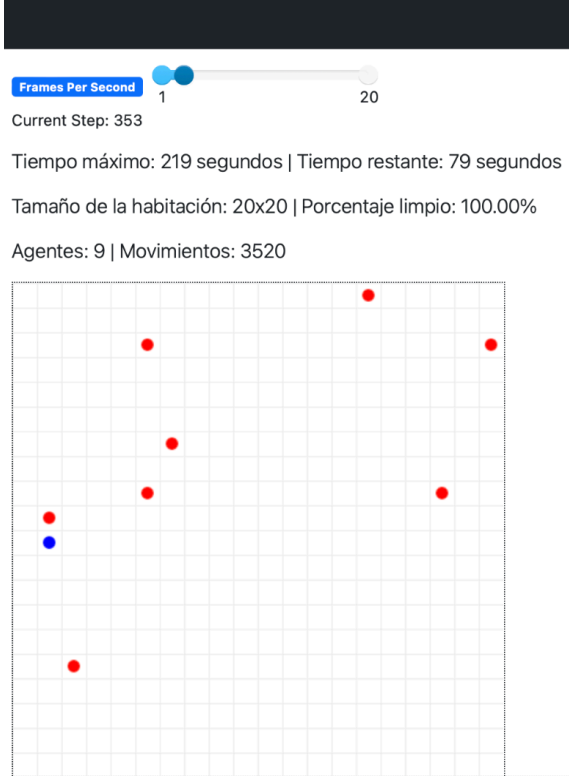
**Figura 8.** Gráfico de celdas limpias de la prueba dos.

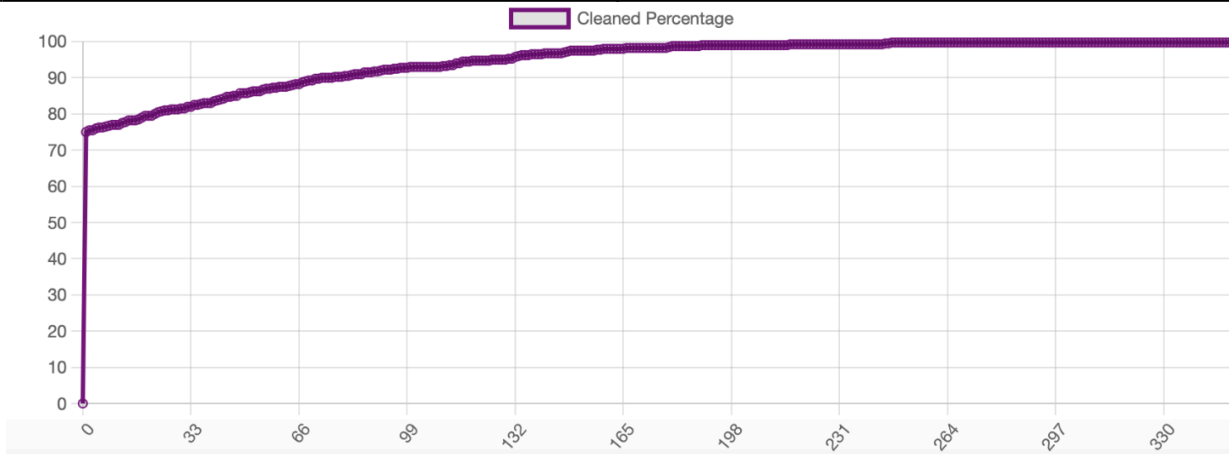


**Figura 9.** Gráfico de porcentaje limpio de la prueba dos.

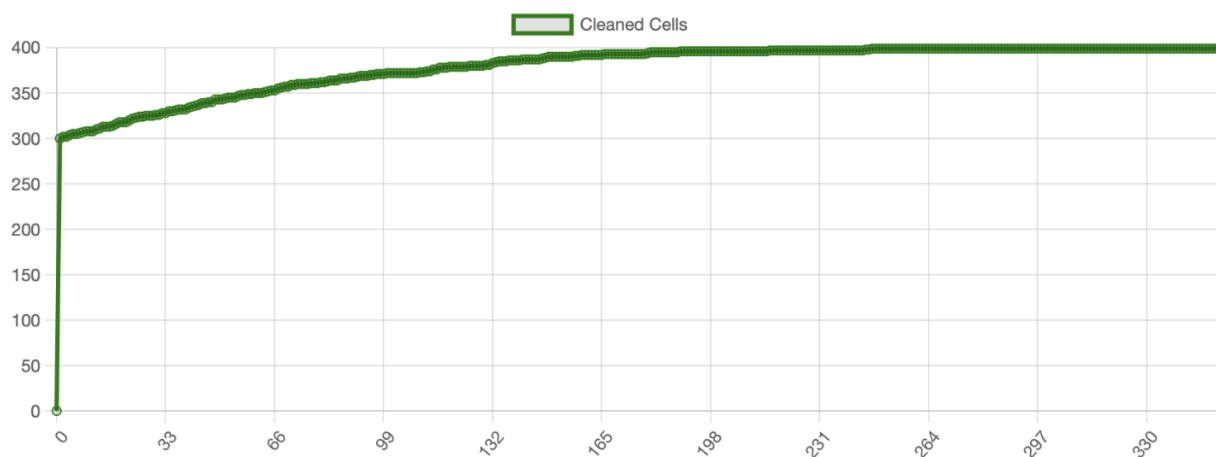
Para esta prueba, el tamaño de la habitación aumentó junto con el tiempo, pero el número de agentes se redujo a dos. Al terminar la simulación, los agentes alcanzaron un 99.31% de limpieza. Esto significa que no lograron alcanzar el 100% antes de que se agotara el tiempo. Aunque el resultado sugiere que quizás un solo agente adicional podría haber bastado para limpiar completamente el área, es importante recordar que nuestros agentes son reactivos y no racionales, por lo que un mayor número de agentes sería lo ideal para compensar esta falta de racionalidad.

Prueba tres

Antes de iniciar la simulación	Al terminar la simulación
	
<p><b>Figura 10.</b> Interfaz de la prueba tres, antes de iniciar.</p>	<p><b>Figura 11.</b> Interfaz de la prueba tres, al terminar.</p>
<p><b>Condiciones iniciales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Tiempo máximo: 219 segundos.</li><li>● Tamaño de la habitación: 20x20.</li><li>● <i>Porcentaje limpio: 75.00%</i></li><li>● Agentes: 9</li><li>● <i>Tiempo restante: 219 segundos</i></li><li>● <i>Movimientos: 0</i></li></ul>	<p><b>Condiciones finales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Tiempo máximo: 219 segundos.</li><li>● Tamaño de la habitación: 20x20.</li><li>● <i>Porcentaje limpio: 100%</i></li><li>● Agentes: 9</li><li>● <i>Tiempo restante: 79 seg</i></li><li>● <i>Movimientos: 3,520</i></li></ul>



**Figura 12.** Gráfico de celdas limpias de la prueba tres.



**Figura 13.** Gráfico de porcentaje limpio de la prueba tres.

Para esta última prueba, los agentes lograron limpiar completamente la habitación con setenta y nueve segundos de tiempo restante. Este resultado indica que, con un mayor número de agentes, la limpieza se completa de manera más rápida, incluso en un entorno de mayor tamaño y con una menor porcentaje de celdas limpias.

### Análisis de resultados

A partir de los resultados obtenidos en las tres pruebas, se puede observar cómo el número de agentes afecta la eficiencia en la limpieza de una habitación, especialmente en función del tamaño de la habitación y el tiempo máximo disponible.

En prueba uno, con un tamaño de habitación relativamente pequeño y cinco agentes, la limpieza se completó antes del tiempo máximo, reflejando un buen balance entre número de agentes y tamaño del entorno.

En la prueba dos, al aumentar ligeramente el tamaño de la habitación y reducir el número de agentes a dos, el sistema no alcanzó una limpieza completa. Aunque el porcentaje de limpieza fue alto, el agotamiento del tiempo antes de lograr limpiar por completo la habitación, indica que con menos agentes, el sistema requiere más tiempo para cubrir espacios mayores.

Finalmente, en la prueba 3, un espacio aún mayor (20x20) y un aumento de agentes a nueve permitieron completar la limpieza con menor tiempo, incluso con un 75% del espacio limpio al inicio.

### Conclusiones

A través del análisis de resultados, se concluye que el número de agentes reactivos tiene un impacto directo tanto en el tiempo requerido para completar la limpieza como en la cantidad de movimientos necesarios. Con un mayor número de agentes, el tiempo dedicado a la limpieza se reduce significativamente, ya que cada agente puede cubrir parte del espacio en paralelo.



Dado que estos agentes son reactivos, carecen de racionalidad y no siguen una estrategia predefinida, su comportamiento es aleatorio e individualista. Esto significa que, sin coordinación, los agentes pueden moverse de manera ineficiente. Por ello, un mayor número de agentes es esencial, ya que compensa esta falta de racionalidad y planificación, mejorando la cobertura y reduciendo el tiempo de limpieza.