

Modelación y Simulación 2025

Lab 06

14.octubre.2025

En este laboratorio implementaremos una simulación de un modelo SIR, mediante dos métodos: (1) una simulación vía partículas, y (2) un autómata celular. Para ello, nos auxiliaremos de los LLMs y los motores de IA generativa.

Consideramos el sistema de EDO de Kermack y McKendrick, para el modelo SIR:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta}{N} SI, \quad \frac{dI}{dt} = \frac{\beta}{N} SI - \gamma I, \quad \frac{dR}{dt} = \gamma I.$$

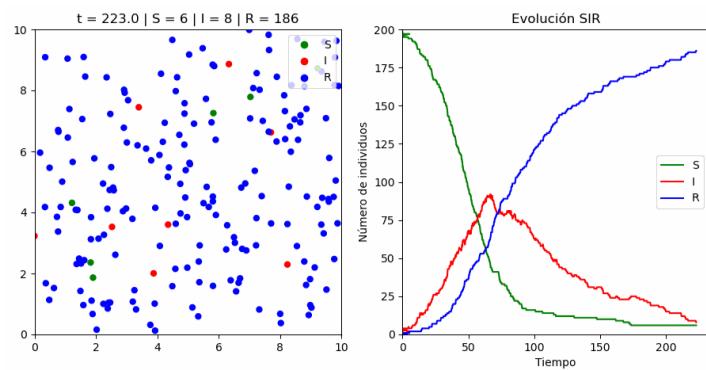
1. Pedirle a una IA que genera una simulación del modelo SIR mediante un sistema de partículas, moviéndose dentro de una región rectangular $[0, L] \times [0, L]$ en el plano \mathbb{R}^2 , en la cual hay N partículas, que en todo momento de la simulación, se mueven a una velocidad lineal constante, y tienen cada una exactamente uno de los estados siguientes:

0: susceptible (pertenece a la población S),

1: infectado (pertenece a la población I),

2: recuperado (pertenece a la población R).

La siguiente figura ilustra lo que se espera de la simulación:



Deberá proporcionarle a la IA un *prompt* bastante detallado, indicando todos los parámetros necesarios, para hacer que se genere una simulación que visualice las partículas, las interacciones entre ellas, y que las partículas cambian de color conforme cambian de estado.

Asimismo, deberá generar una visualización de cómo cambian las curvas de las cantidades $S(t)$, $I(t)$ e $R(t)$ en el tiempo. En ambas visualizaciones debe permitir que se visualice la dinámica de la propagación del contagio según el modelo SIR.

Finalmente, deberá generar una animación .gif o un video en formato .mp4 en el que se visualice la dinámica obtenida de esta simulación. Tome cuenta los siguientes parámetros:

L = tamaño del cuadrado

N_{total} = población total de partículas

I_0 = número inicial de infectados

v_{max} = velocidad máxima

r = radio de contagio

β = tasa de infección

γ = tasa de recuperación

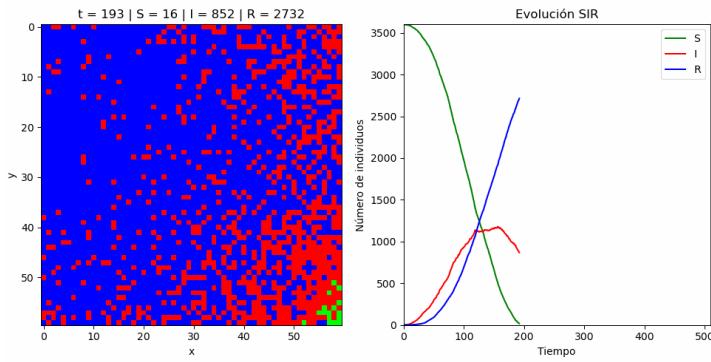
$$dt = \text{delta de tiempo}$$

2. Pedirle a una IA que genera una simulación del modelo SIR mediante un autómata celular. Para ello, considere un grid rectangular de tamaño $M \times N$, en el cual cada celda del grid tiene, en todo momento de la simulación, exactamente uno de los estados siguientes:

- 0: susceptible (pertenece a la población S),
- 1: infectado (pertenece a la población I),
- 2: recuperado (pertenece a la población R).

En este caso, las celdas del grid cambiarán su estado en función de la proporción de celdas vecinas infectadas.

La siguiente figura ilustra lo que se espera de la simulación:



Deberá proporcionarle a la IA un *prompt* bastante detallado, indicando todos los parámetros necesarios, para hacer que se genere una simulación que visualice el grid y las celdas con el color en función de su estado, y la dinámica de contagio dentro del grid.

Deberá generar también la visualización de cómo cambian las curvas de las cantidades $S(t)$, $I(t)$ e $R(t)$ en el tiempo. En ambas visualizaciones debe permitir que se visualice la dinámica de la propagación del contagio según el modelo SIR.

Generar una animación .gif o un video en formato .mp4 en el que se visualice la dinámica obtenida de esta simulación. Tome en cuenta los siguientes parámetros:

$$M, N = \text{altura y anchura del grid}$$

$$I_0 = \text{número inicial de infectados}$$

$$T = \text{tiempo total simulación}$$

$$r = \text{radio de la vecindad}$$

$$\beta = \text{tasa de infección}$$

$$\gamma = \text{tasa de recuperación}$$

3. Para las dos simulaciones anteriores, defina N_{exp} para un número de repeticiones de la simulación. Repita la ejecución de su simulador un total de N_{exp} veces, y grafique el promedio de las cantidades $S(t)$, $I(t)$ y $R(t)$, sobre todas las simulaciones (esto se hace para suavizar las curvas, y obtener un comportamiento promedio de la dinámica de la población). Compare nuevamente sus resultados contra las curvas teóricas.

En este caso, deberá fijar una semilla aleatoria para generar la población inicial de partículas infectadas, sus posiciones y sus velocidades aleatorias. Estas deberán permanecer fijas para todas las N_{exp} repeticiones. En el caso del grid celular, las celdas infectadas iniciales deberán ser siempre las mismas en las N_{exp} repeticiones.

Acompañe los videos o gifs en su informe de laboratorio (añada un enlace del video o gif en el informe). En cada escenario, indique específicamente el juego de parámetros utilizado. Muestre snapshots de la evolución de la dinámica promedio en tiempos específicos. Explique con sus palabras qué puede observar en esta simulación promedio.