# Contagio City (Modelo epidemiológico)



Alejandro González Flórez – 1701913677

Iván Junior Echeverri Gómez - 1701911851

**Sistemas Inteligentes I**

Luis Fernando Castillo Ossa

Manizales-Caldas

Contenido

[Contagio City (Modelo epidemiológico) 1](#_Toc198756427)

[1. Objetivo General: 3](#_Toc198756428)

[2. Componentes del Proyecto 4](#_Toc198756429)

[2.1. Descripción del Problema y Contexto 4](#_Toc198756430)

[2.2. Modelado del Sistema Multiagente 5](#_Toc198756431)

[2.3. Metodología de Modelado 6](#_Toc198756432)

[2.4. Automatización del Sistema 6](#_Toc198756433)

[2.5. Estimación de Escalabilidad 6](#_Toc198756434)

[2.6. Estimación de Costos 6](#_Toc198756435)

[3. Evaluación 7](#_Toc198756436)

[4. Recomendaciones Finales 8](#_Toc198756437)

## Objetivo General:

El objetivo principal del proyecto "Contagio City" es desarrollar una simulación computacional interactiva que represente el comportamiento de una enfermedad contagiosa al propagarse dentro de una población urbana. A través de un modelo basado en agentes, se busca visualizar de manera clara cómo distintos factores como la tasa de infección, el nivel de inmunidad, el aislamiento social y la vacunación influyen en la dinámica del contagio.

A causa de la pandemia de COVID del 2020, se evidenció de manera global la importancia de comprender cómo se propagan las enfermedades infecciosas en entornos urbanos y altamente conectados. La rápida transmisión del virus, sumada a la incertidumbre sobre sus efectos y la efectividad de las medidas de contención, generó una necesidad urgente de herramientas que ayudaran a visualizar y analizar diferentes escenarios de contagio.

A base de esto, las simulaciones por computadora se convirtieron en un recurso clave para investigadores, gobiernos y ciudadanos, ya que permitieron evaluar el impacto de decisiones como cuarentenas, restricciones de movilidad, campañas de vacunación y distanciamiento social.

Mediante Contagio City se pretende proporcionar una herramienta educativa que facilite la comprensión de conceptos epidemiológicos básicos como los modelos SIR (Susceptible-Infectado-Recuperado), así como fomentar el análisis de escenarios hipotéticos para la toma de decisiones en contextos de crisis sanitaria. El desarrollo del proyecto se realizará utilizando Python y la librería Mesa, lo que permitirá una implementación accesible, visual y fácilmente personalizable.

## Componentes del Proyecto

### Descripción del Problema y Contexto

La rápida propagación de enfermedades contagiosas en espacios urbanos representa un desafío significativo para los sistemas de salud pública y la gestión gubernamental. Cuando una enfermedad infecciosa, como ocurrió con el COVID-19 en 2020, irrumpe en una comunidad densamente poblada, se vuelve fundamental anticipar su comportamiento, evaluar el impacto de diferentes medidas sanitarias y promover una toma de decisiones informada. Sin embargo, este proceso resulta complejo debido a la gran cantidad de variables involucradas, como la movilidad de las personas, el nivel de inmunidad, el comportamiento individual, el acceso a servicios médicos, y las políticas de intervención (como confinamientos o vacunaciones).

Para abordar este problema, se optó por utilizar un enfoque multiagente, ya que ofrece una manera natural y poderosa de modelar sistemas complejos donde múltiples entidades autónomas interactúan entre sí. En una epidemia real, cada individuo actúa de forma diferente: algunos se aíslan voluntariamente, otros ignoran recomendaciones, algunos están vacunados o son inmunes, mientras que otros son altamente vulnerables o supercontagiadores. Estos comportamientos no pueden representarse de manera precisa mediante modelos matemáticos tradicionales (como las ecuaciones diferenciales simples del modelo SIR), ya que estos suelen asumir poblaciones homogéneas.

En el proyecto **"Contagio City"**, los agentes representan personas individuales que se mueven e interactúan dentro de un entorno urbano simplificado. Este entorno está compuesto por una cuadrícula (grid), que simula una ciudad con calles, espacios públicos y posibles áreas de confinamiento o atención médica. Cada celda del entorno puede representar una posición geográfica donde los agentes se desplazan, se agrupan o se aíslan.

### Modelado del Sistema Multiagente

En "Contagio City", los agentes actúan dentro de un entorno simulado que representa una ciudad simplificada organizada en forma de **una cuadrícula bidimensional (grid)**. Cada celda del grid representa una porción del espacio urbano, como una calle, una casa, un parque, un hospital o una zona pública de tránsito frecuente. El entorno simula un contexto de emergencia sanitaria causado por la aparición de una enfermedad contagiosa, donde se busca observar el comportamiento de la propagación bajo distintos escenarios sociales y de política pública.

Cada agente representa una persona individual con la capacidad de realizar diversas acciones durante la simulación, como:

* **Moverse** aleatoriamente o con una lógica definida dentro del entorno (si no está confinado).
* **Cambiar su estado de salud** de susceptible a infectado, de infectado a recuperado o inmunizado, dependiendo del curso de la enfermedad.
* **Evaluar riesgos** en su entorno (por ejemplo, evitar zonas con muchos infectados, si el agente tiene ese nivel de conciencia).
* **Participar en campañas de vacunación**, si están disponibles y el agente decide hacerlo.
* **Transmitir la enfermedad** si está infectado y entra en contacto con otros agentes susceptibles.
* **Respetar o ignorar** restricciones, dependiendo de su nivel de obediencia o conciencia sanitaria (atributo personalizable).

Estas acciones son ejecutadas en cada ciclo de simulación, lo que permite observar la evolución del sistema con el paso del tiempo.

Cada agente en el sistema toma decisiones autónomas, sin necesidad de intervención directa del usuario. Estas decisiones se basan en sus atributos internos y en las condiciones del entorno inmediato.

Los interactúan a través del entorno compartido. Es decir, la proximidad física en la cuadrícula funciona como el medio principal de interacción: si dos agentes coinciden en celdas cercanas, se evalúa la posibilidad de transmisión del virus. No se utiliza mensajería directa ni APIs en este modelo, ya que el objetivo es mantener una simulación sencilla y centrada en la dinámica epidemiológica. Sin embargo, los agentes sí "observan" el entorno, lo cual puede influir en sus decisiones.

### Metodología de Modelado:

se adoptó una metodología práctica de modelado basada en los principios comunes de enfoques como GAIA y Prometheus, adaptándolos a una escala educativa y exploratoria.

En el sistema se definieron tres tipos de agentes principales:

* **Agentes ciudadanos**: representan personas individuales, con atributos como estado de salud, movilidad, nivel de conciencia, y adherencia a medidas sanitarias.
* **Agentes infectados**: son una subcategoría de ciudadanos con un comportamiento diferente (pueden contagiar).
* **Agentes recuperados o inmunes**: representan aquellos que ya han superado la enfermedad o han sido vacunados, con baja o nula posibilidad de reinfección.

Cada agente ciudadano puede adoptar uno de varios roles a lo largo de la simulación:

* **Susceptible**: está sano, pero puede infectarse.
* **Infectado**: puede contagiar a otros.
* **Recuperado/Inmune**: ya no se contagia ni transmite.
* **Aislado**: tiene movilidad restringida por medidas sanitarias o por decisión propia.

Cada tipo de agente realiza tareas específicas durante cada ciclo de la simulación:

* **Desplazarse** dentro del entorno, siguiendo reglas de movilidad.
* **Evaluar el entorno** (proximidad de otros agentes, nivel de riesgo).
* **Actualizar su estado de salud** de acuerdo con reglas de contagio o recuperación.
* **Respetar o ignorar** medidas de aislamiento, según su comportamiento.
* **Vacunarse**, si se implementa una campaña en la simulación.

Las interacciones se modelan de manera indirecta, a través de **la coincidencia espacial en el entorno**:

* Si un agente susceptible está en una celda adyacente a un infectado, se evalúa el riesgo de contagio.
* Los agentes no se comunican mediante mensajes, pero **sus decisiones influyen en el comportamiento general del sistema**, generando dinámicas emergentes.
* El entorno también puede modificar las acciones de los agentes, por ejemplo, al aplicar medidas como cuarentenas o restricciones de movilidad.

Esta metodología permite mantener una estructura clara, modular y extensible del sistema multiagente, facilitando tanto el desarrollo como la comprensión de los comportamientos simulados.

### Automatización del Sistema:

### Estimación de Escalabilidad

### Estimación de Costos

## Evaluación

## Recomendaciones Finales