Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelado y análisis de la toma de decisiones de Sistemas IoT en Ciudades Inteligentes

Dr. Mario Siller / M.C. Liliana Durán

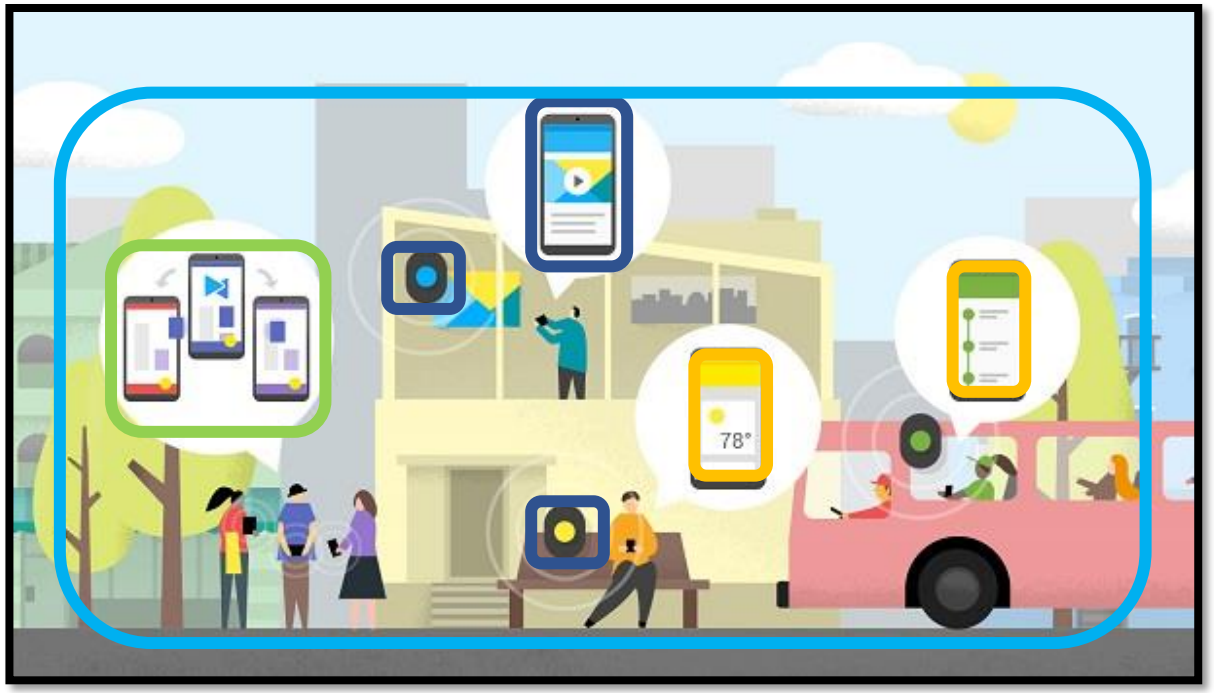
Cinvestav Unidad Guadalajara

Cinvestav
Unidad Guadalajara

III. Modelado Basado en Agentes y simulación computacional

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Un sistema IoT esta constituido por cinco elementos:

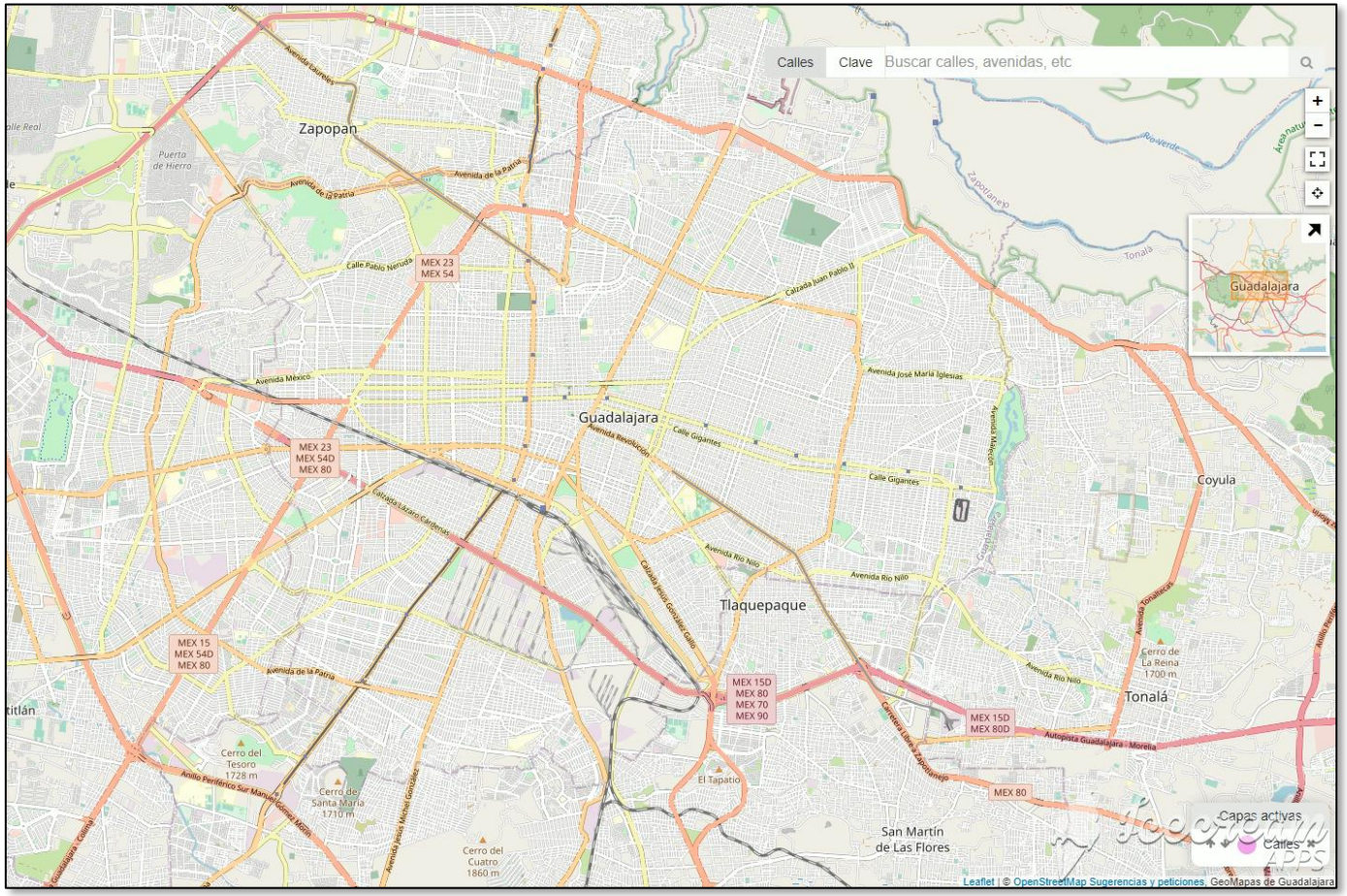


- Cosas/Dispositivos
- Infraestructura
- Aplicaciones
- Plataformas
- Personas

Estos elementos trabajan en conjunto y componen sistemas de información que habilitan la inteligencia en las ciudades.

Cinvestav
Unidad Guadalajara

La ciudad como un sistema de sistemas



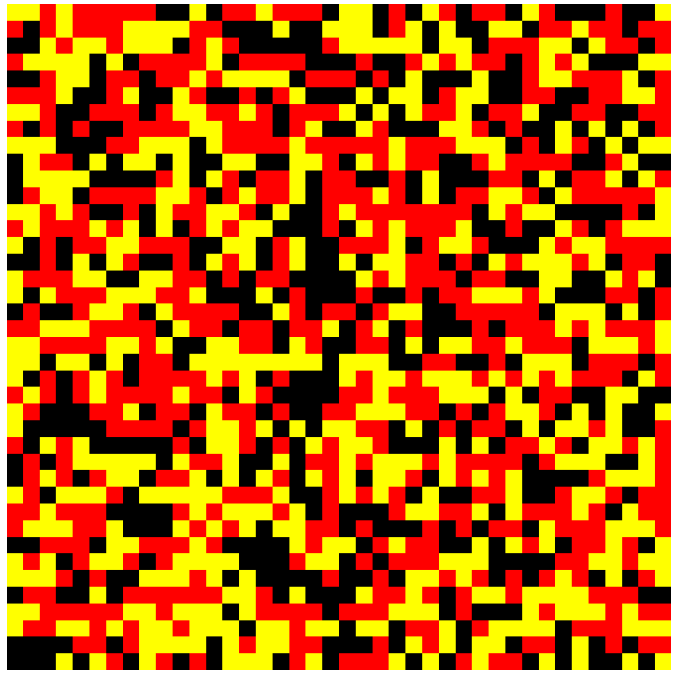
Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelado Basado en Agentes (MBA)

- Los modelos basados en agentes (MBA) permiten modelar la estructura de un sistema complejo y simular su evolución dinámica a lo largo del tiempo.

- Los agentes tienen comportamientos, a menudo descritos por reglas simples, e interacciones con otros agentes, que a su vez influyen en sus comportamientos.

- Al modelar a los agentes individualmente, se pueden observar todos los efectos de la diversidad que existe entre los agentes en sus atributos y comportamientos, ya que da lugar al comportamiento del sistema en su conjunto.



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelado Basado en Agentes (MBA)

- El modelado basado en agentes ofrece una forma de modelar sistemas sociales que están compuestos por agentes que interactúan e influyen entre sí, aprenden de sus experiencias y adaptan sus comportamientos para que se adapten mejor a su entorno.

Cinvestav
Unidad Guadalajara

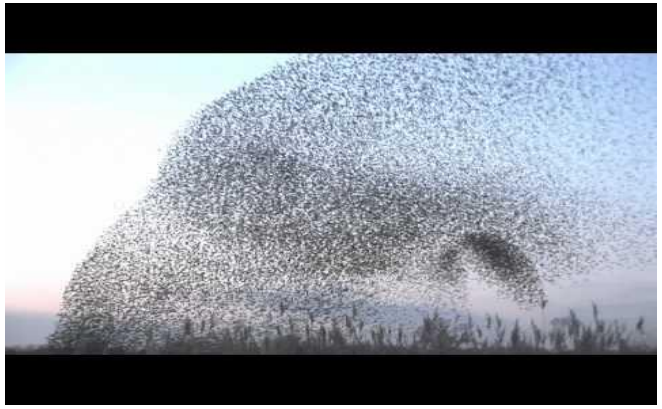
Aplicaciones

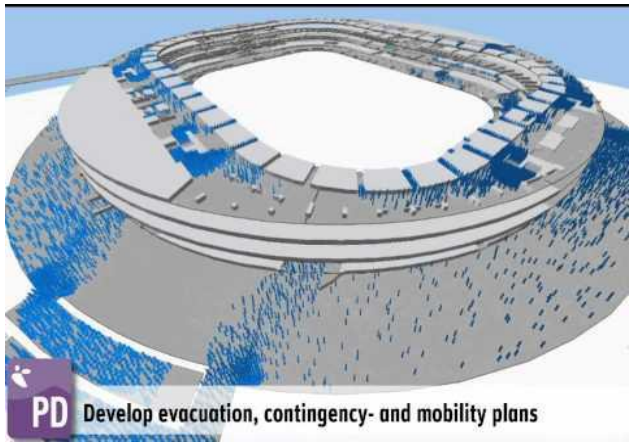
Las aplicaciones del modelado basado en agentes abarcan una amplia gama de áreas y disciplinas.

Ejemplos:

- Modelo del comportamiento de los agentes en el mercado de valores (Arthur et al, 1997)
- Cadenas de suministro (Macal, 2004)
- Predecir la propagación de epidemias (Bagni et al, 2002)
- Comprender el comportamiento de compra del consumidor (North et al, 2009)

Ejemplos de MBA

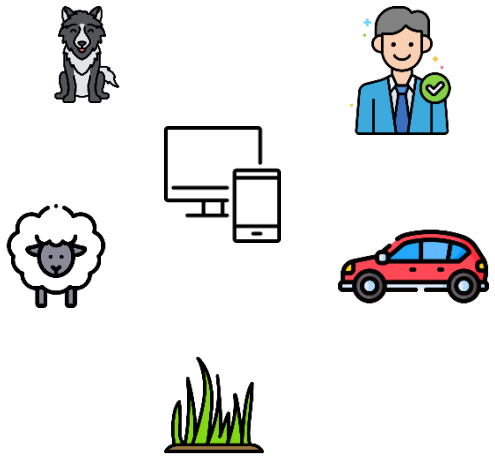




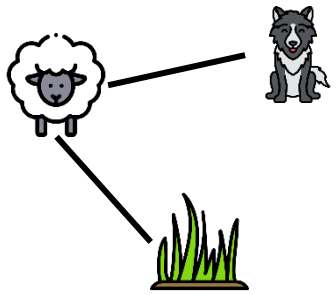
Cinvestav
Unidad Guadalajara

Estructura

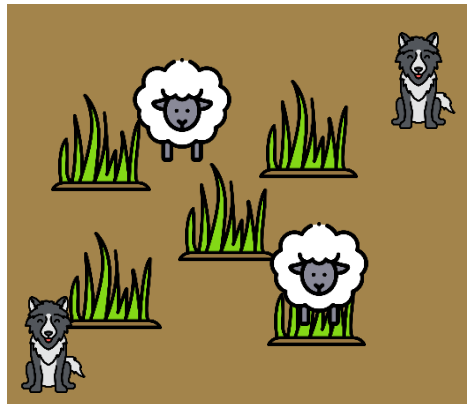
Conjunto de agentes



Relaciones e interacciones

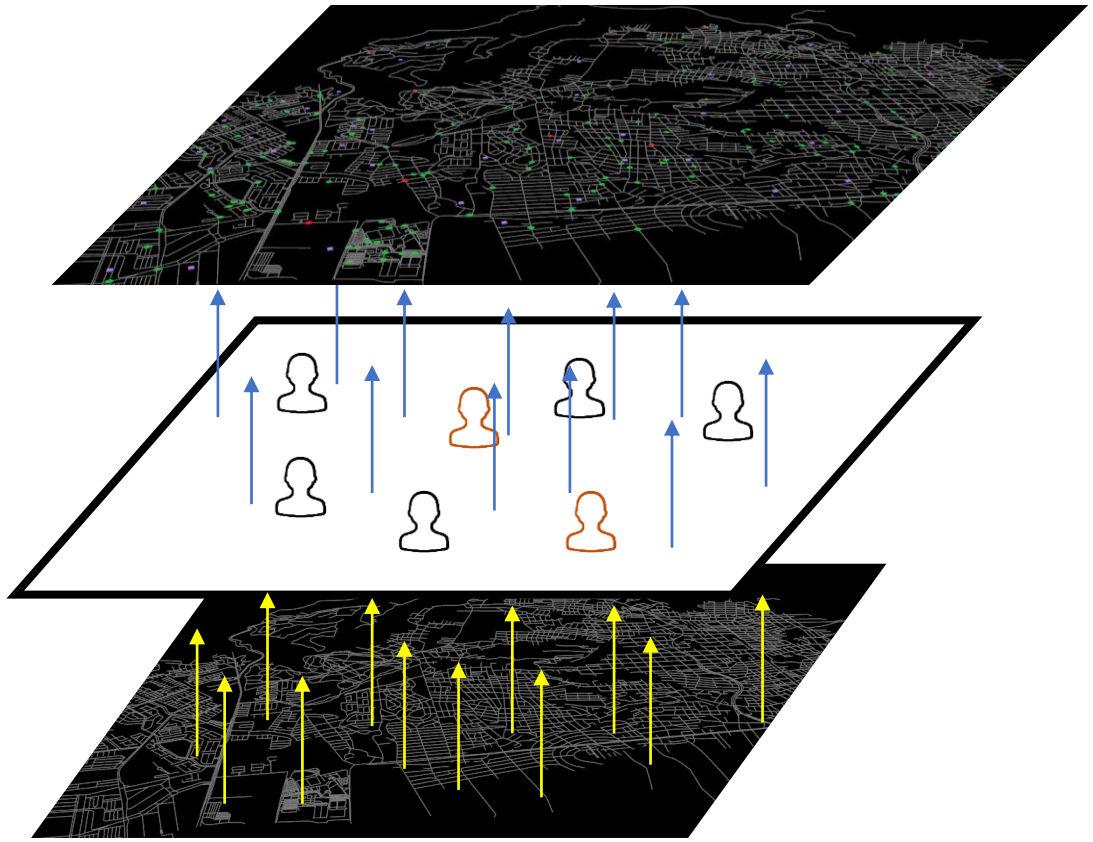


Ambiente



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelado y Simulación Computacional



3) Ejecución de la simulación usando las reglas de comportamiento para los agentes.

2) Los agentes se ubican e inicializar agentes

1) Creación del escenario y carga de datos
   - Se supone que incluye los datos SIG específicos del estudio de caso.

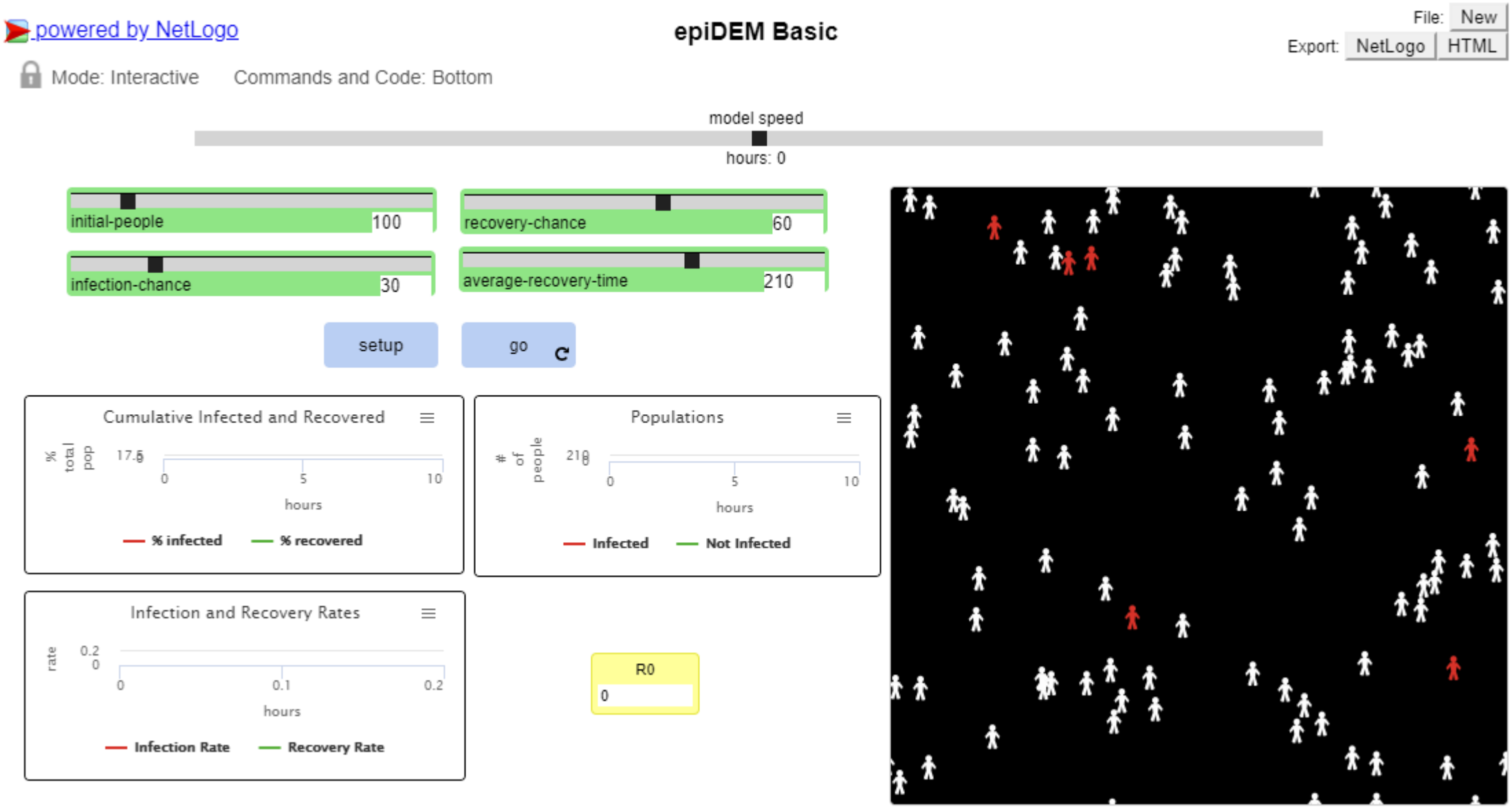
Cinvestav
Unidad Guadalajara

NetLogo

- NetLogo es un entorno de modelado programable para simular fenómenos naturales y sociales. Fue escrito por Uri Wilensky en 1999 y ha estado en continuo desarrollo desde entonces en el Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling.

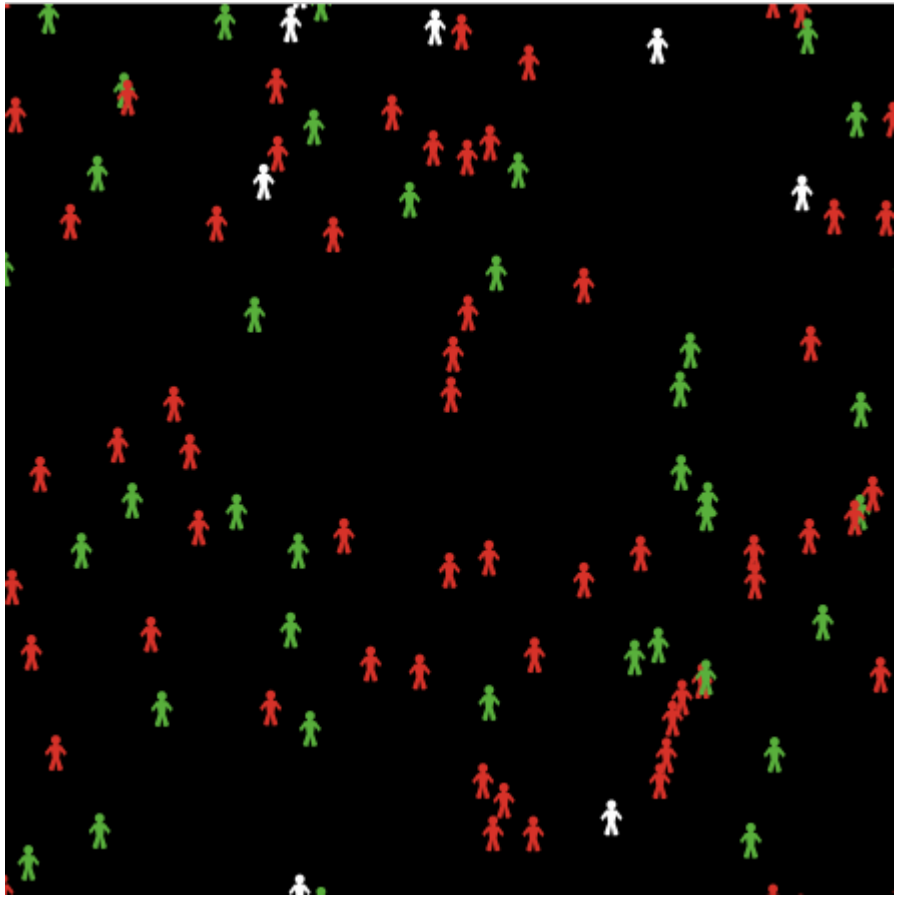
- NetLogo es especialmente adecuado para modelar sistemas complejos que se desarrollan a lo largo del tiempo. Los modeladores pueden dar instrucciones a cientos o miles de "agentes", todos operando de forma independiente. Esto permite explorar la conexión entre el comportamiento de los individuos a nivel micro y los patrones a nivel macro que surgen de su interacción.

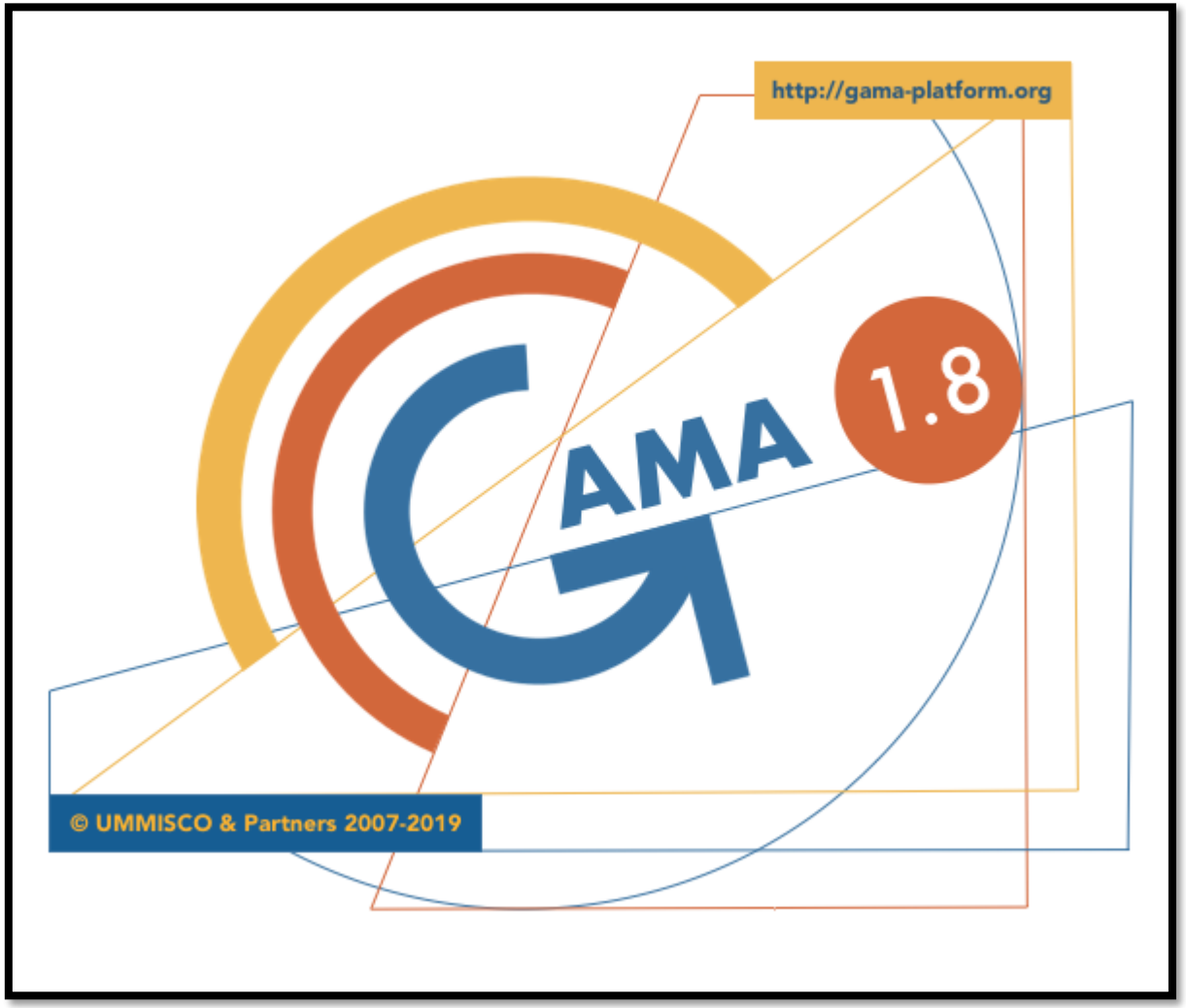
https://ccl.northwestern.edu/netlogo/index.shtml



http://www.netlogoweb.org/launch#http://www.netlogoweb.org/assets/modelslib/Curricular%20Models/epiDEM/epiDEM%20Basic.nlogo


βIS
γI
Susceptible
Infectious
Recovered
S
I
R





GAMA es un entorno de desarrollo de modelado y simulación para construir simulaciones basadas en agentes.

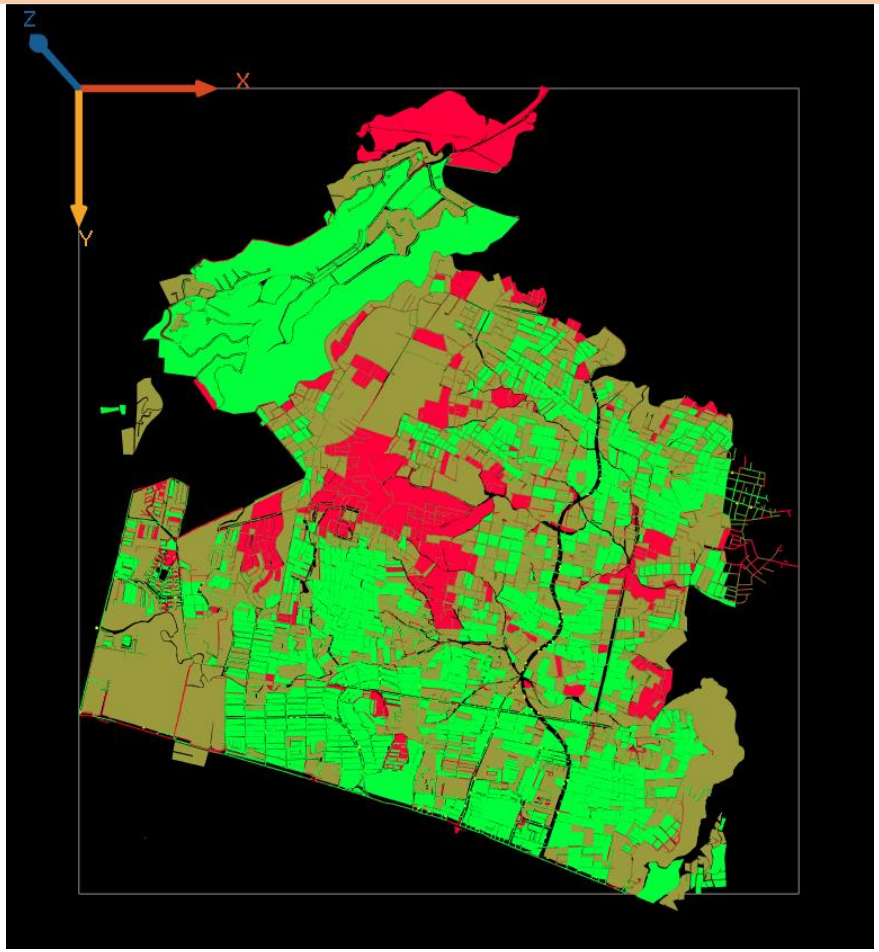
Características:

- Apta para múltiples dominios de aplicación
- Lenguaje basado en agentes
- Extensa biblioteca de funciones nativas (funciones matemáticas, graficas, métodos para agentes, etc.)
- Modelos guiados por datos y GIS
- Código abierto

https://gama-platform.github.io

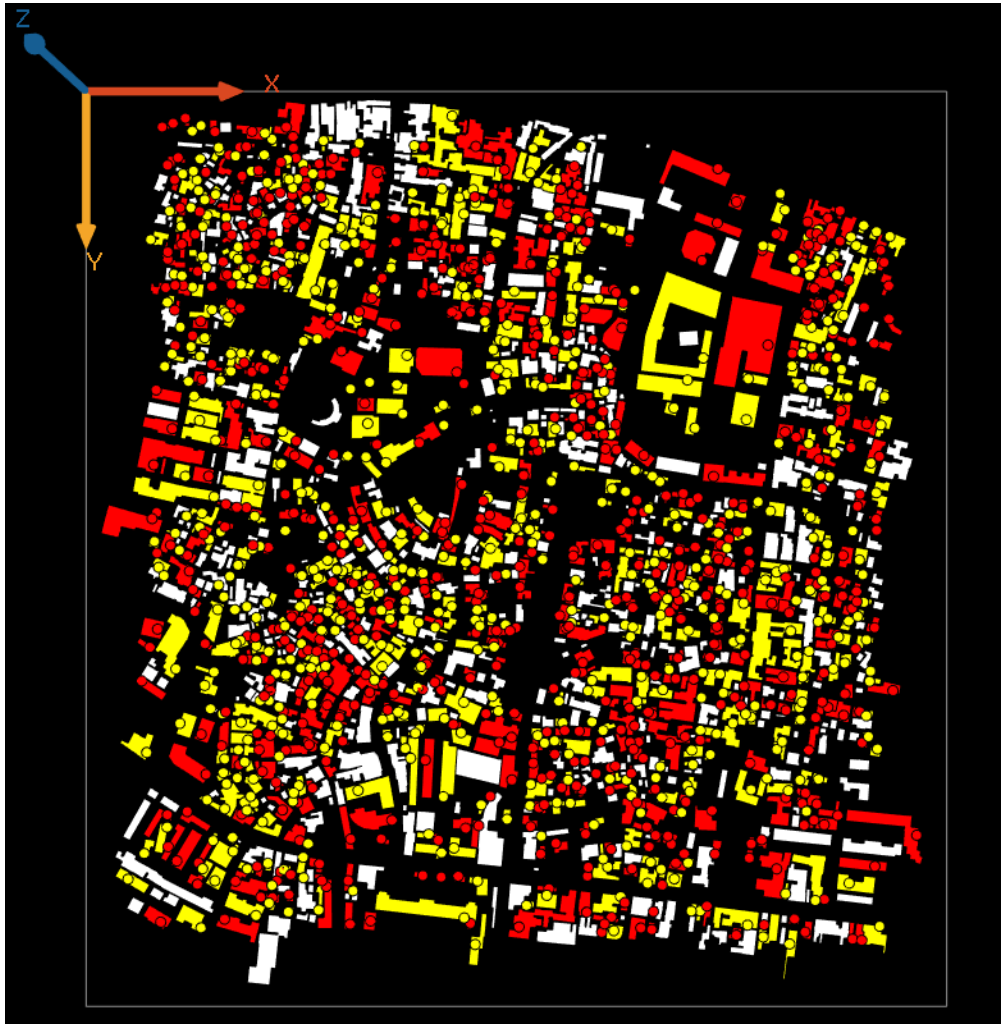
Simulación en GAMA PLATFORM

Posibilidad de realizar intervenciones en la simulación y analizar el resultado de las mismas



Percepción de Inseguridad en Lomas del Centinela utilizando como valor preponderante la iluminación artificial y datos de INEGI.

Simulación en GAMA PLATFORM



MBA de segregación basado en Schelling, ejecución en GAMA (“*Segregation*”).

Cinvestav
Unidad Guadalajara

IV. Caso de estudio: Trafico

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Intervenir el trafico en una ciudad

Hipótesis:

- El trafico en una ciudad puede controlarse sí los conductores cuentan con herramientas que les sugieren cambiar la ruta de acuerdo a la congestión en intersecciones.

Supuestos:

- Los coches siguen las rutas especificadas.
- Los coches se encuentran conectados a un sistema IoT.
- El sistema IoT propone rutas, monitorea la ubicación de los vehículos y permite el envío de mensajes.
- Las intersecciones no están controladas por un sistema inteligente, pero recopilan datos.

Cinvestav
Unidad Guadalajara

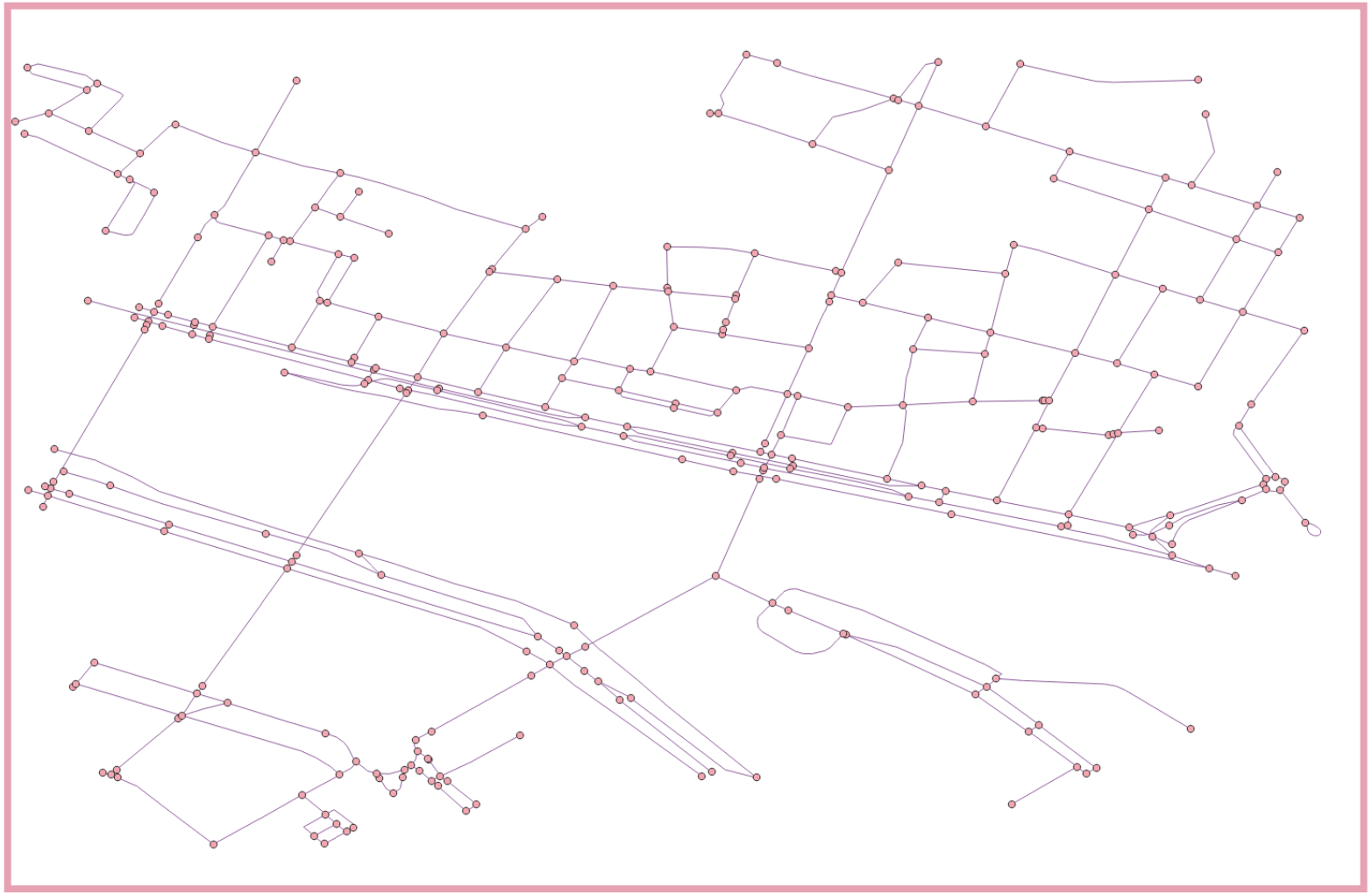
Intersecciones

Nodos

Grafo

Aristas

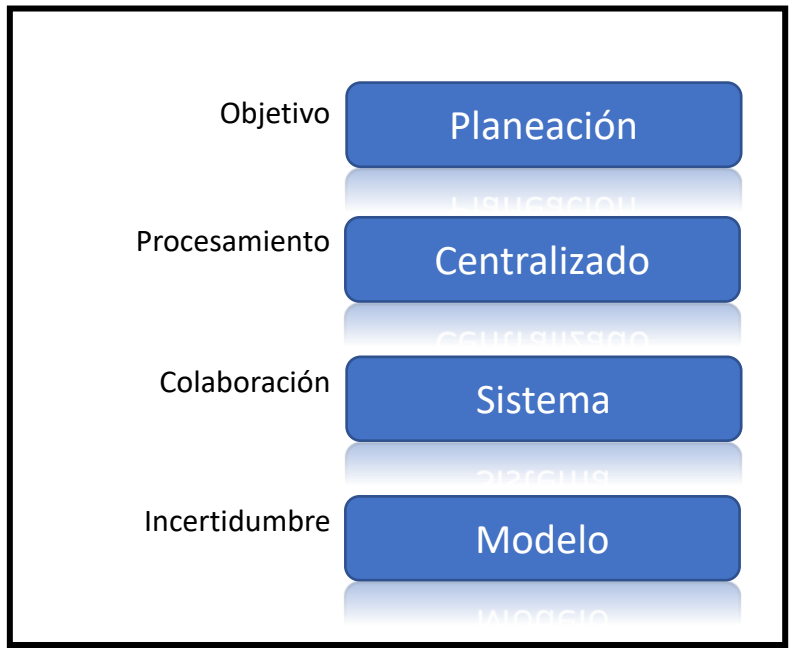
Caminos



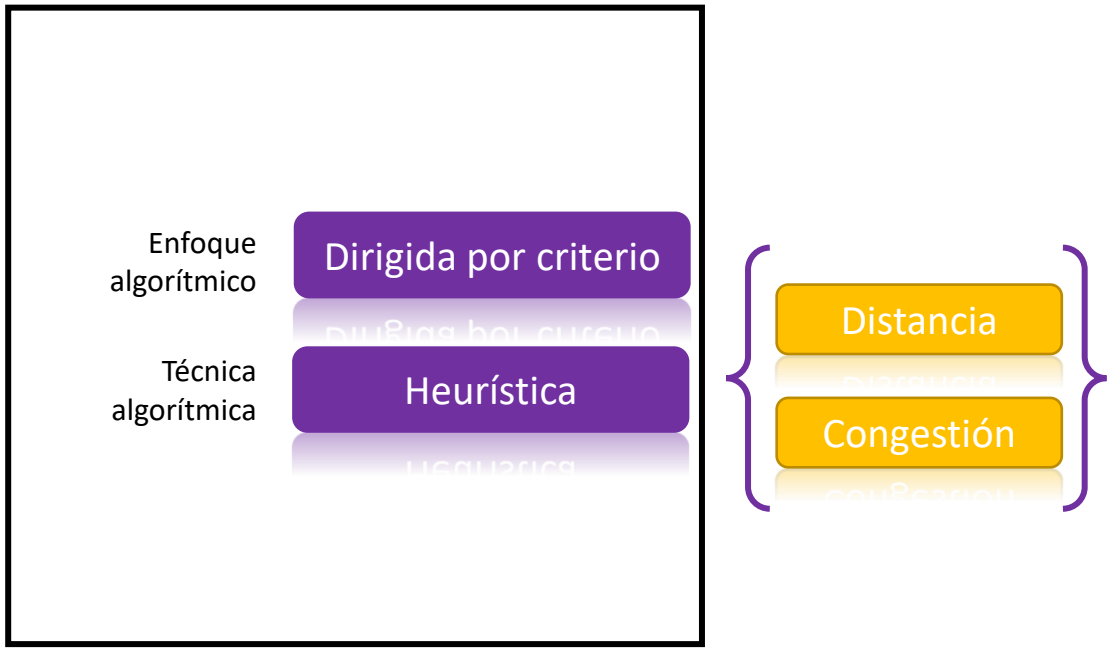
Cinvestav
Unidad Guadalajara

Intervenir el trafico en una ciudad

Caracterización del problema:



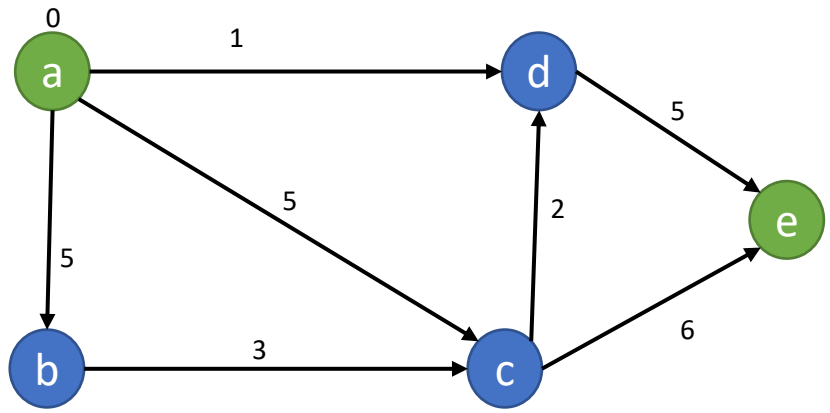
Caracterización de la solución:



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelo de decisión

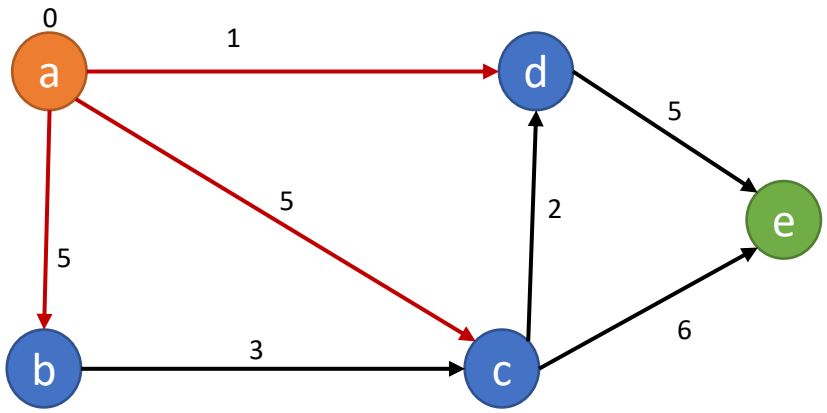
Algoritmo de la ruta más corta



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelo de decisión

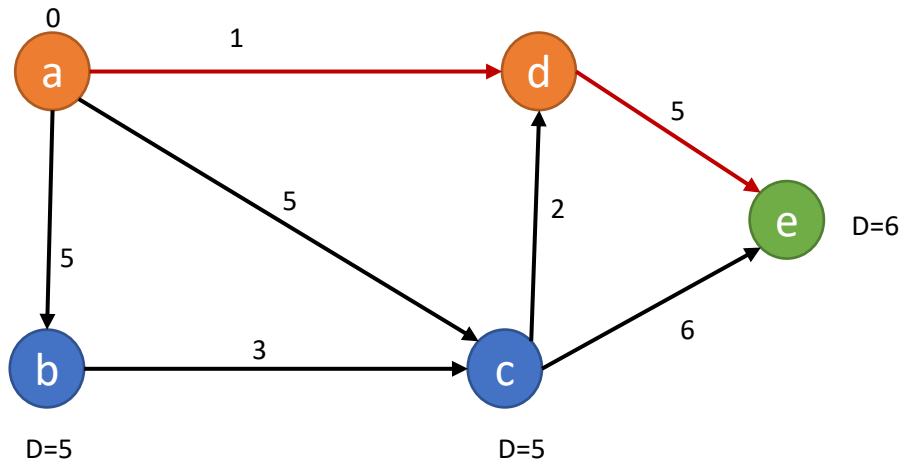
Algoritmo de la ruta más corta



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Modelo de decisión

Algoritmo de la ruta más corta



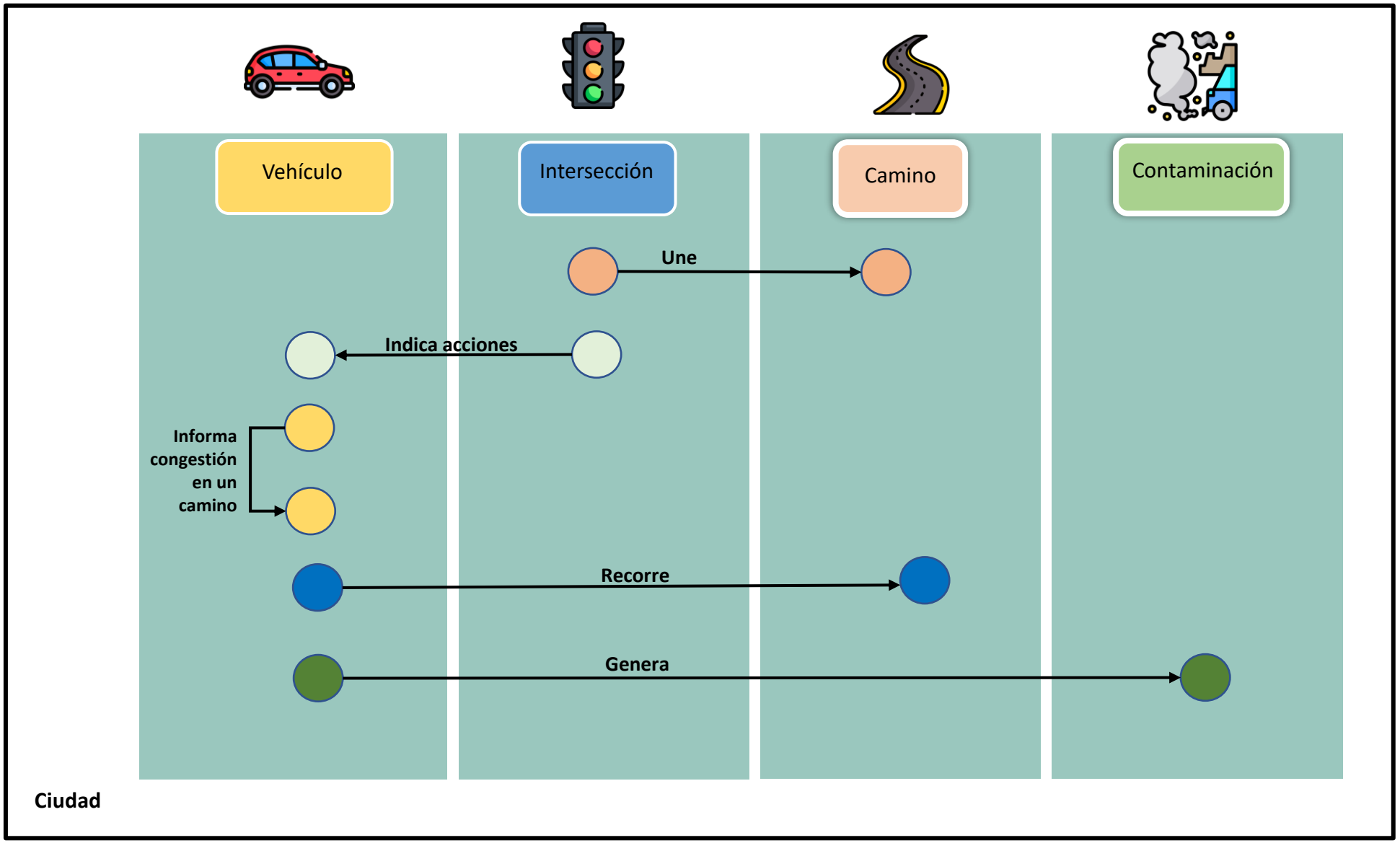
Cinvestav
Unidad Guadalajara

- Estructura

Conjunto de agentes

Relaciones e interacciones

Ambiente



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Conjunto de agentes

Species

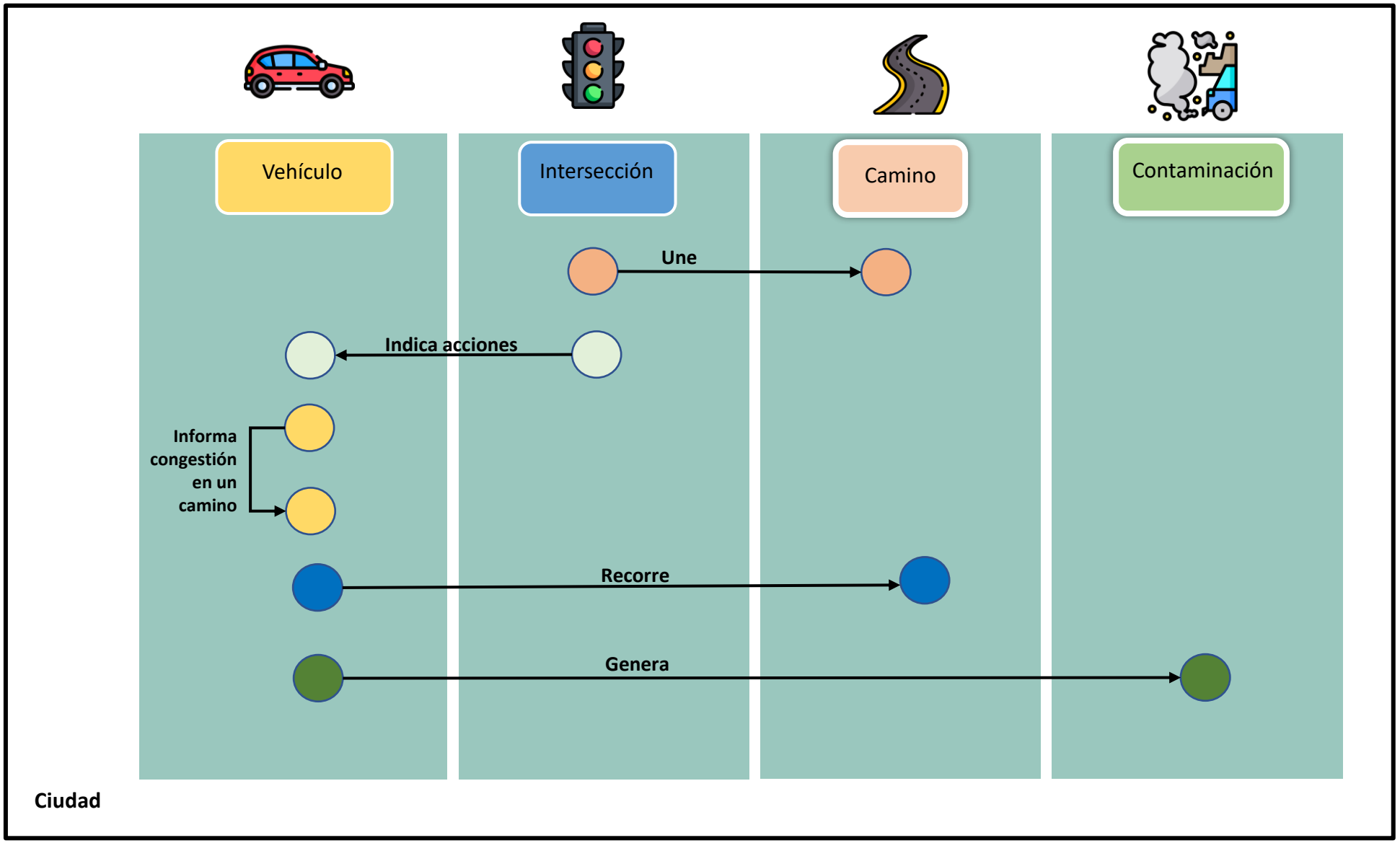
Relaciones e interacciones

Reflex

Actions

Ambiente

Species



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Supuestos:

- Cada vehículo sigue una trayectoria planeada
- La trayectoria consiste en una sucesión de aristas (caminos)
- El vehículo selecciona una línea de acuerdo a la densidad del trafico
- Cada vehículo inicia en una ubicación aleatoria y se selecciona un destino aleatoriamente
- Una vez que el vehículo llega a su destino, aleatoriamente, se selecciona un nuevo destino

Estructura de un modelo en GAMA

```
11  import "Traffic.gaml"
12
13  global {
14      float   traffic_light_interval parameter: 'Traffic light interval' init: 30#s;
15      float   seed                   <- 42.0;
16      float   step                   <- 0.5#s;
17      date    starting_date          <- date([2022,10,8,0,0,0]);
18      string  scenario               <- "experimento_1";
19      string  output_path            <- "../includes/output/";
20      bool    export                 <- false;
21      bool    activate_intervention  <- false;
22
23      string map_name                <- "rouen";
24      file shp_roads                 <- file("../includes/" + map_name + "/roads.shp");
25      file shp_nodes                 <- file("../includes/" + map_name + "/nodes.shp");
26
27      geometry shape                 <- envelope(shp_roads) + 50;
28
29
30      graph road_network;
31      map edge_weights;
32      list<intersection_recolector> non_deadend_nodes;
33
34      // Variable para almacenar el no. de coches esperando para cruzar una intersección
35      map<string,int> congestioned_road <- ["Top1"::0,"Top2"::0,"Top3"::0,"Top4"::0,"Top5"::0];
36
37
38      init {
69
70
71      // Reflejo que permite pausar la simulación
72      reflex stop_simulation when: cycle = 600
76  }
77
78
79
80  species vehicle_random parent: base_vehicle {
93
94
95
96  species intersection_recolector parent: intersection
104
105
106
107 experiment city type: gui {
```

Agente Global

Constructor

Agente

Experimento

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Implementación en Gama

Código disponible en:

https://github.com/CinvestavGDL-NS/ENAIC

Documentación:

https://gama-platform.org/wiki/UsingDrivingSkill#advanced-driving-skill

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Ambiente

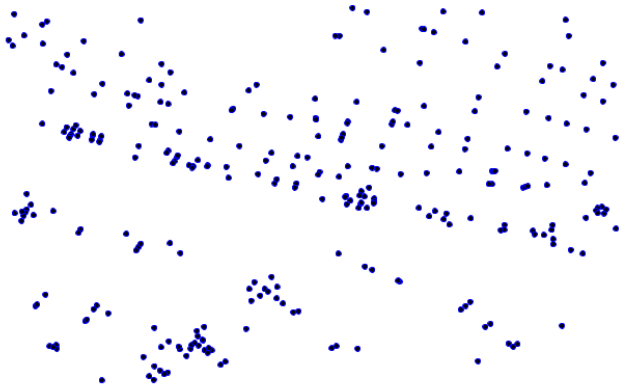
Archivo github:

Parte_1

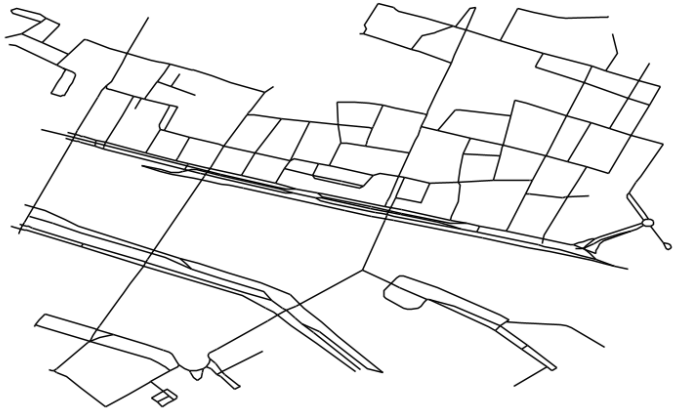
Como crear el ambiente para la simulación

Contenido:

1. Cargar mapa



nodes.shp



roads.shp

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Agentes

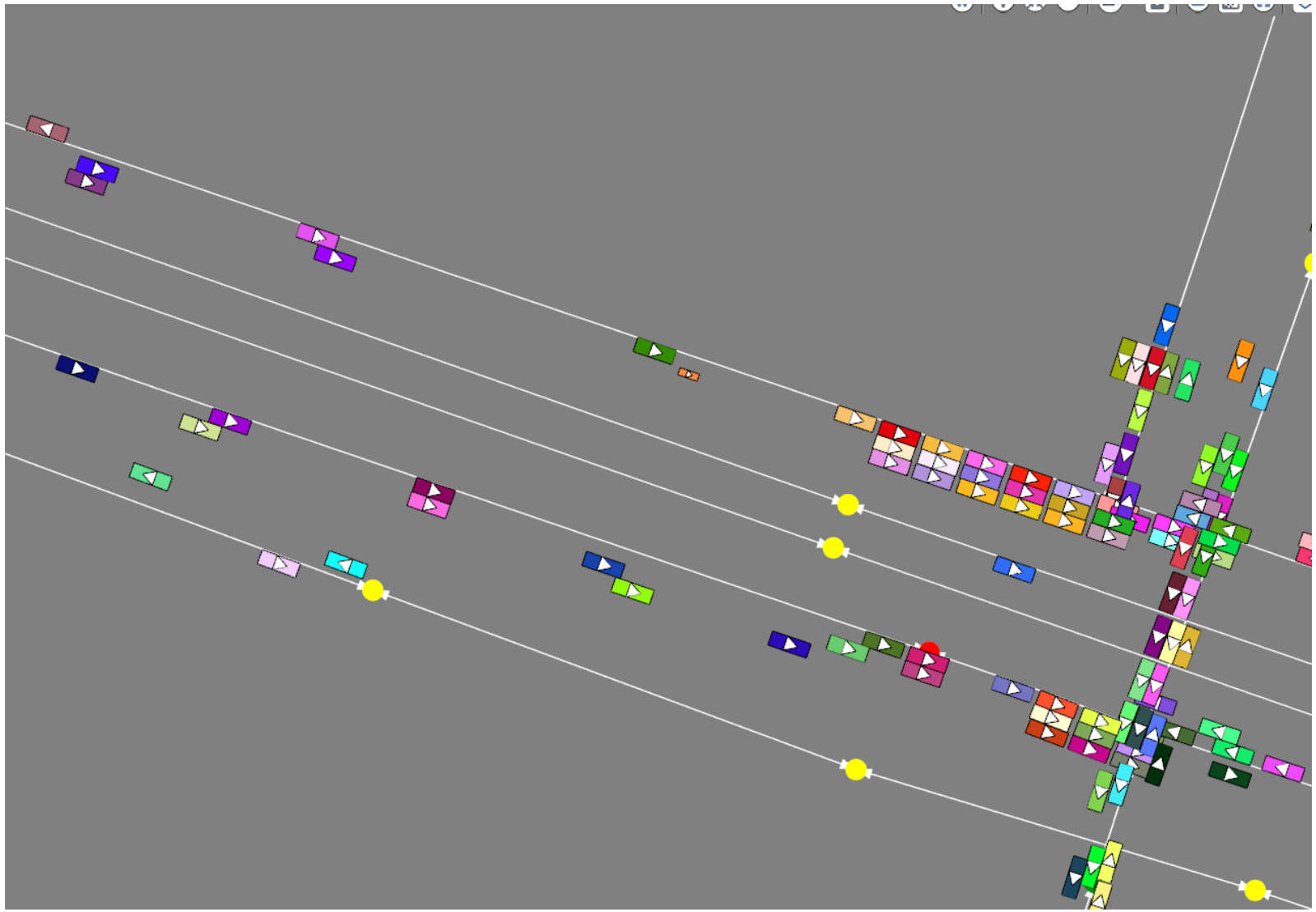
Archivo github:

Parte_2

Definir agentes

Contenido:

1. Agente Vehicle_sim
2. Agente Motorbike
3. Agente Car



Cinvestav
Unidad Guadalajara

Agentes

Archivo github:

Parte_3

Definir el modelo de contaminación

Contenido:

1. Agregar grid
2. Agregar dinámica

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Agentes

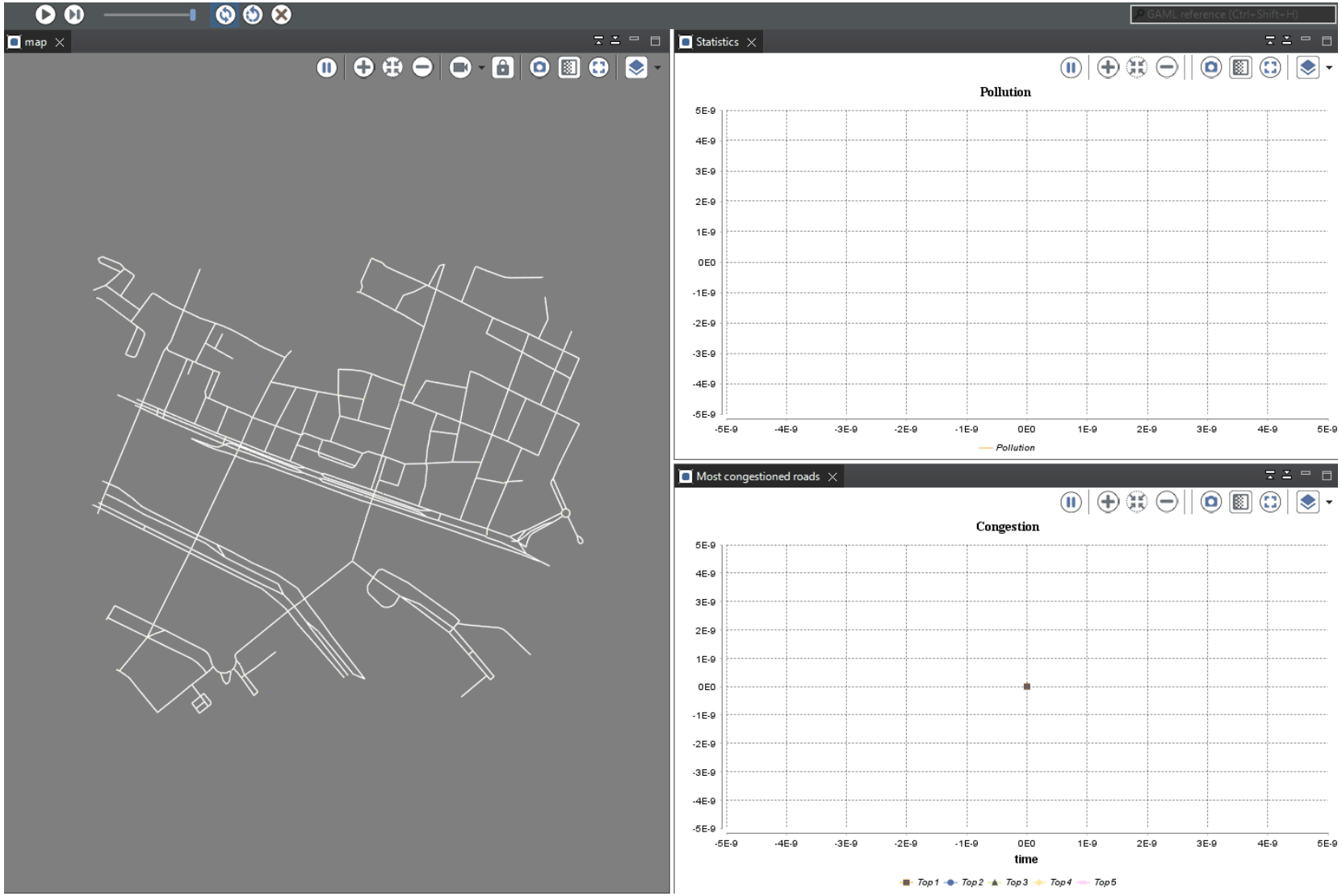
Archivo github:

Parte_4

Definir graficas

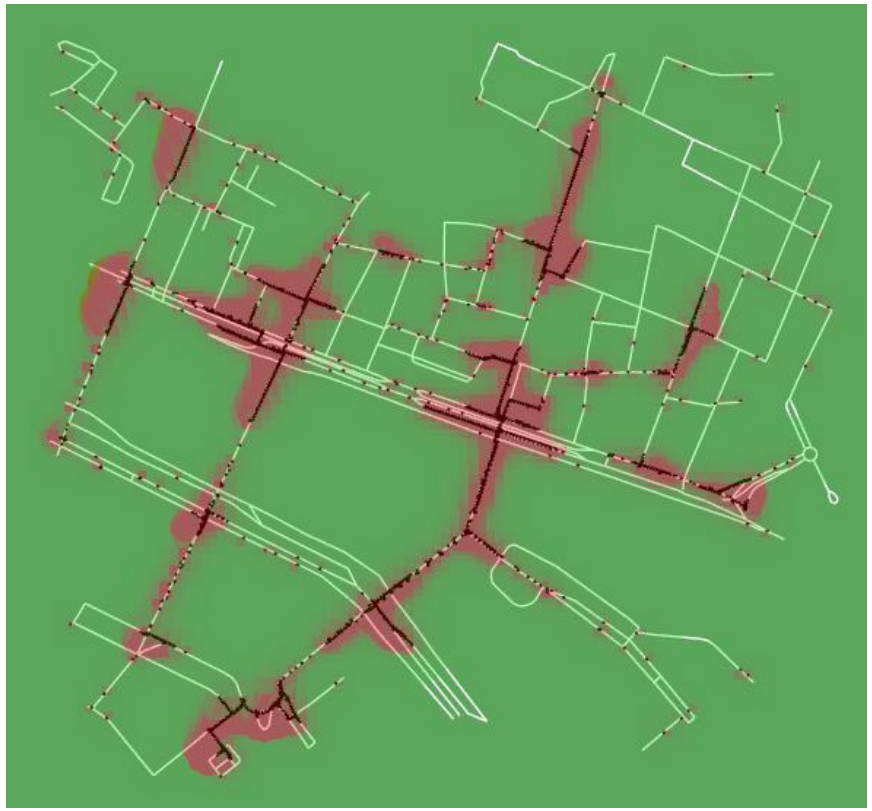
Contenido:

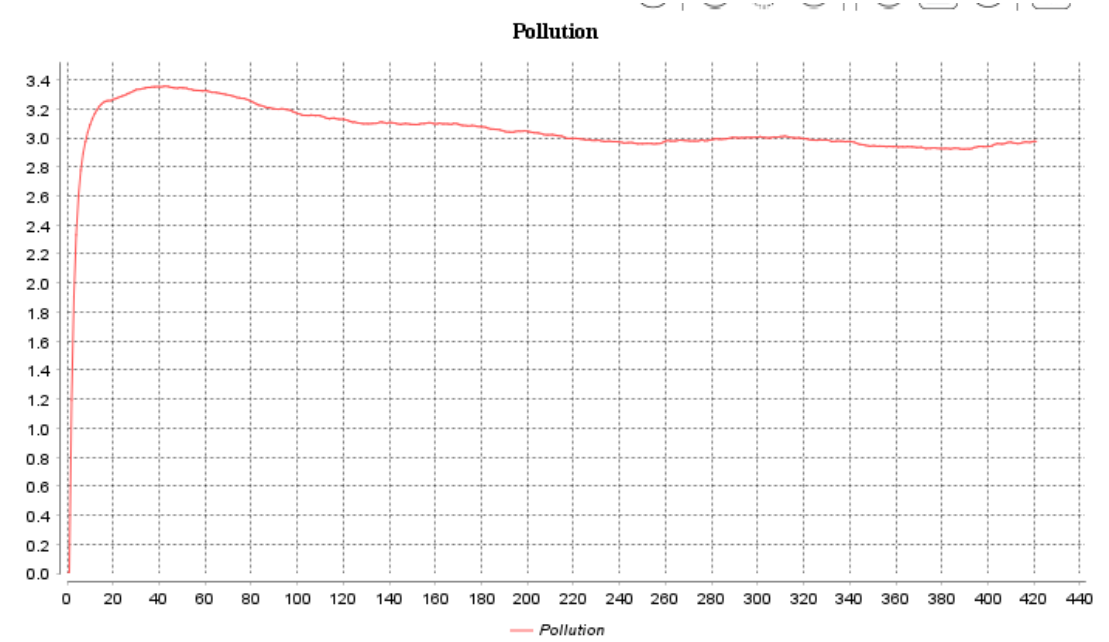
- Definir variable a monitorear para crear las graficas de monitoreo de contaminación y las cinco intersecciones más congestionadas.

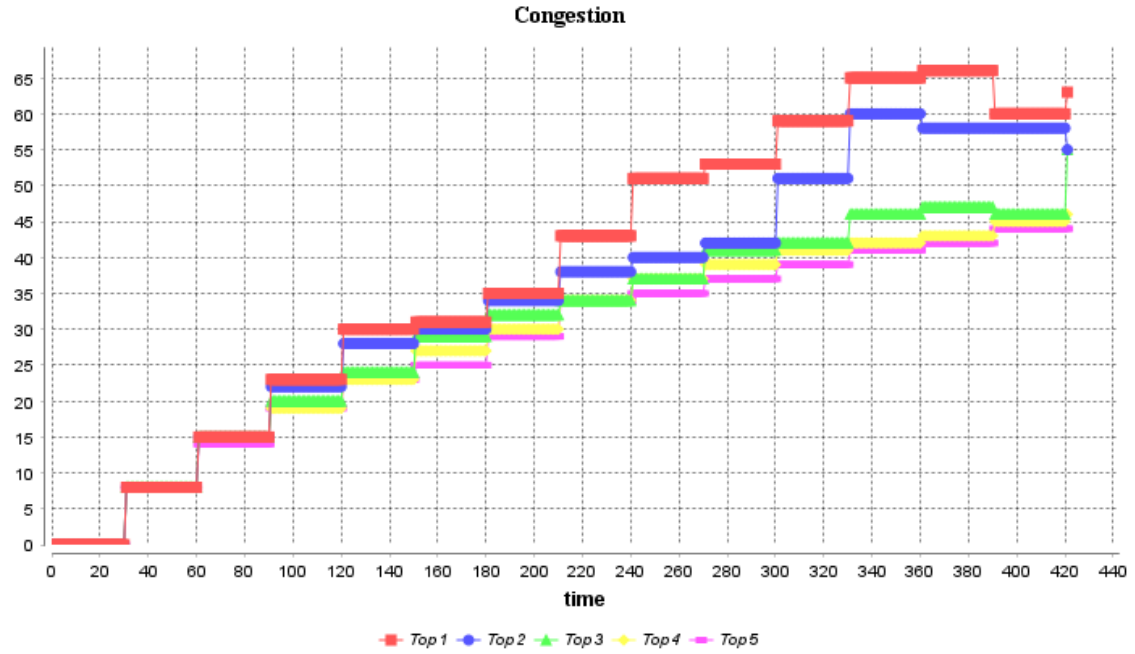


Cinvestav
Unidad Guadalajara

Escenario 1:
Calcular la ruta más corta







Cinvestav
Unidad Guadalajara

Agentes

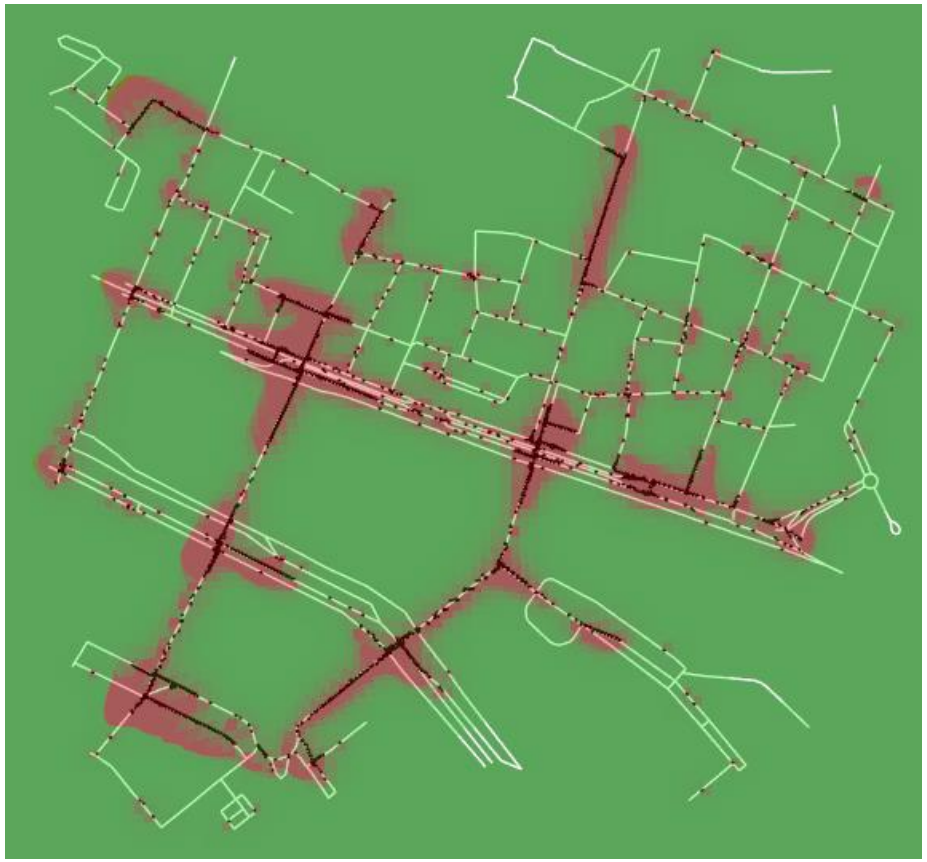
Archivo github:

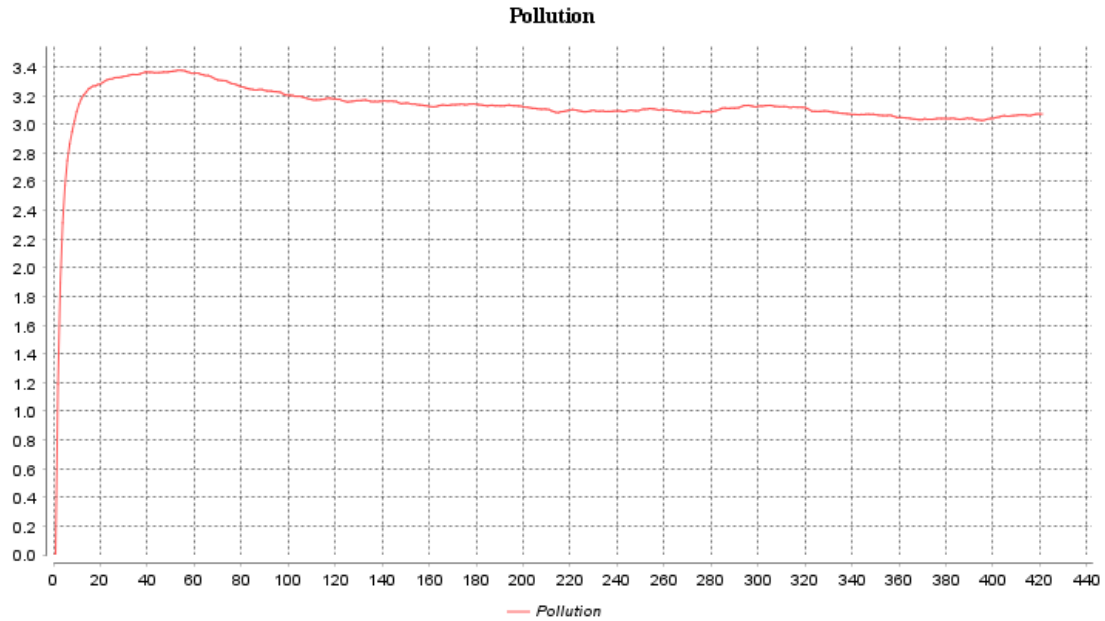
Parte_5

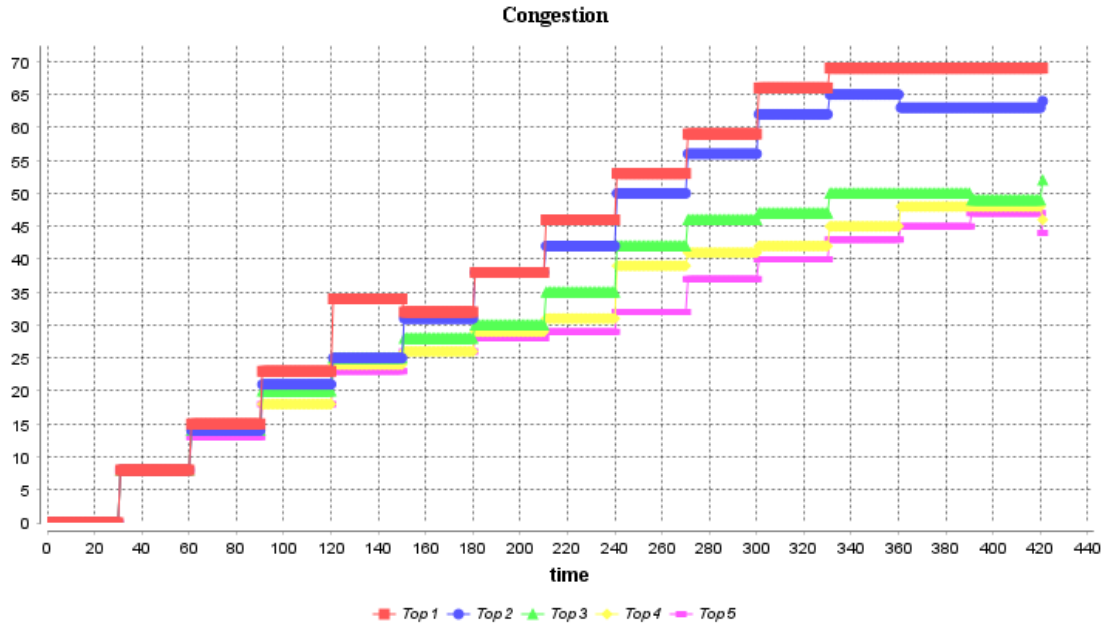
Definir camino usando la congestión como peso

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Escenario 2:
Calcular la ruta de acuerdo a la congestión en un intersección







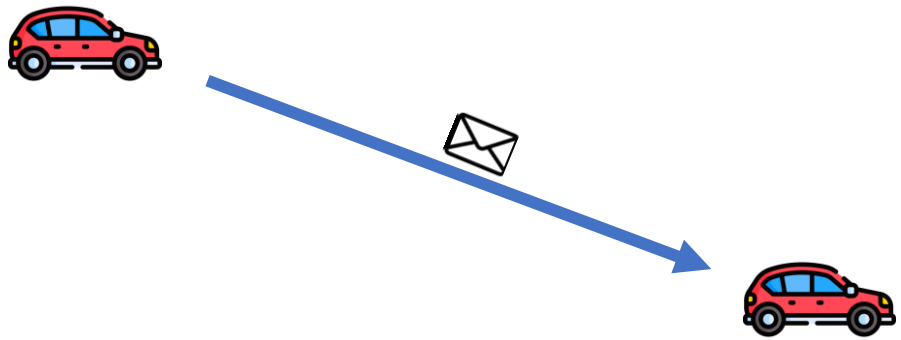
Cinvestav
Unidad Guadalajara

Graficar

Archivo github:

Parte_6

Envío de mensajes entre agentes



```
reflex send_messages_near_vehicles when:current_road != nil
{
    road_on <- road(current_road);
    ask road(current_road).all_agents
    {
        recompute_path <- true;
    }
}
```

Cinvestav
Unidad Guadalajara

Escenario 3:
Autos se envía mensajes para cambiar sus rutas