



INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL.



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO.

PROPUESTA INICIAL

---

## Herramienta Para la Planeación de Sostenibilidad Urbana.

---

*Autores:*

Perez Montiel Ulises  
Sálmean Castro Vicente

*Asesor:*

.

Proyecto de titulación de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

8 de noviembre de 2017

# Índice

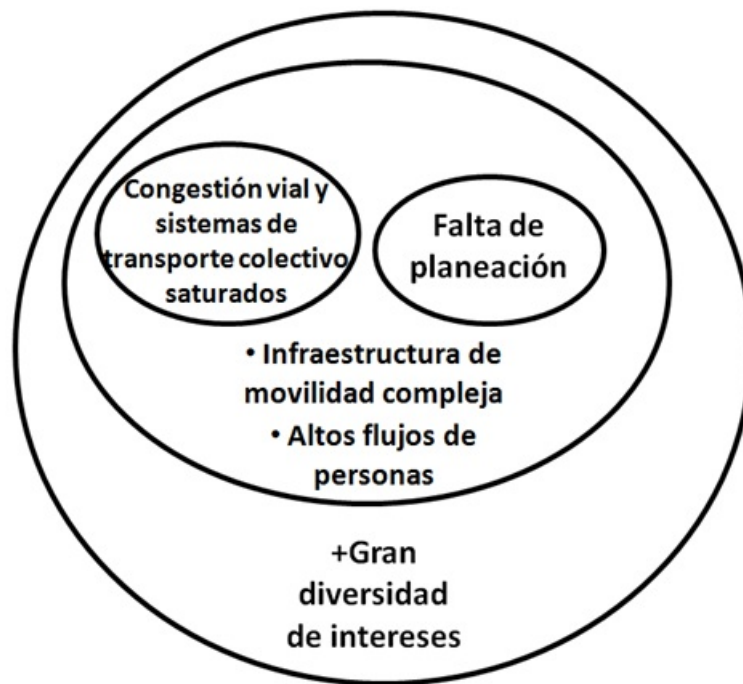
<b>1. Resumen.</b>	<b>3</b>
1.1. Identificación del contexto. . . . .	3
1.2. Problema. . . . .	4
1.3. Análisis del problema. . . . .	4
1.4. Solución propuesta. . . . .	4
1.5. Requerimientos. . . . .	4
<b>2. Descomposición del problema.</b>	<b>5</b>
2.1. La sobrepoblación. . . . .	5
2.2. Congestión vial. . . . .	6
2.3. Sistemas de transporte saturados. . . . .	6
2.4. Deseos de la gente. . . . .	6
<b>3. Definición del sistema.</b>	<b>7</b>
3.1. Propiedades del sistema complejo. . . . .	7
3.2. Simplificando la complejidad. . . . .	7
<b>4. Proceso de toma de decisiones.</b>	<b>8</b>
4.1. Eventos neutrales. . . . .	8
4.2. Interpretación interna. . . . .	8
4.3. Pensamientos. . . . .	8
4.4. Sentimiento o emoción. . . . .	9
4.5. Acciones. . . . .	9
<b>5. Relación con la escasa calidad de vida.</b>	<b>10</b>
5.1. Relación con el sistema de creencias. . . . .	10
<b>6. Solución propuesta.</b>	<b>11</b>
6.1. Resultados esperados. . . . .	12

## 1. Resumen.

Actualmente Megaciudades como la Ciudad de México se encuentran inmersas en una diversidad de problemas por la incapacidad de analizar su complejidad inherente.

Uno de los problemas con mayor impacto en la calidad de vida es la movilidad urbana poco sostenible.

### 1.1. Identificación del contexto.



La congestión Vial y los Sistemas de transporte colectivo saturados están correlacionados con la falta de planeación.

La infraestructura de movilidad urbana crece y se vuelve mas compleja de analizar con el tiempo.

La densidad de población en la ciudad de México es de 6000 habitantes por kilómetro cuadrado lo que da lugar a altos flujos de personas.

Existen diversos intereses entre los diferentes niveles de gobierno (Asamblea legislativa y delegaciones), así como de empresas (concesiones en rutas de transporte público, fabricantes de automóviles, constructoras de unidad habitación, comercio, etc).

Se analizó esta diversidad de intereses para identificar el problema raíz.

## 1.2. Problema.

La planeación urbana de la Ciudad de México se lleva en un consejo de desarrollo sostenible, constituido por expertos, especialistas, consultores, académicos y funcionarios, quienes tienen dificultades para comunicar sus ideas y generar valor de los proyectos en la población.

Las herramientas existentes son insuficientes para procesar tanta información y predecir los comportamientos emergentes del sistema, se requiere el uso del poder de Cómputo no convencional y la interdisciplina para una toma de decisiones más completa.

## 1.3. Análisis del problema.

Se define al sistema como la infraestructura vial y de transporte con flujos de personas en el mismo. Es un sistema complejo, macroscópico compuesto de sistemas microscópicos que interactúan entre sí con:

- Propiedades emergentes.
- Autoorganización.
- Vecindad colectiva.
- Evolución y adaptación.
- Formación de patrones.
- Subsistemas interrelacionados e interdependientes.
- Dinámica no lineal.
- Decisiones de lógica inteligente.

Se analizó el proceso de toma de decisiones de las personas para encontrar las variables que definen su comportamiento.

Se analizó los principales procesos mediante los cuales estas variables se modifican.

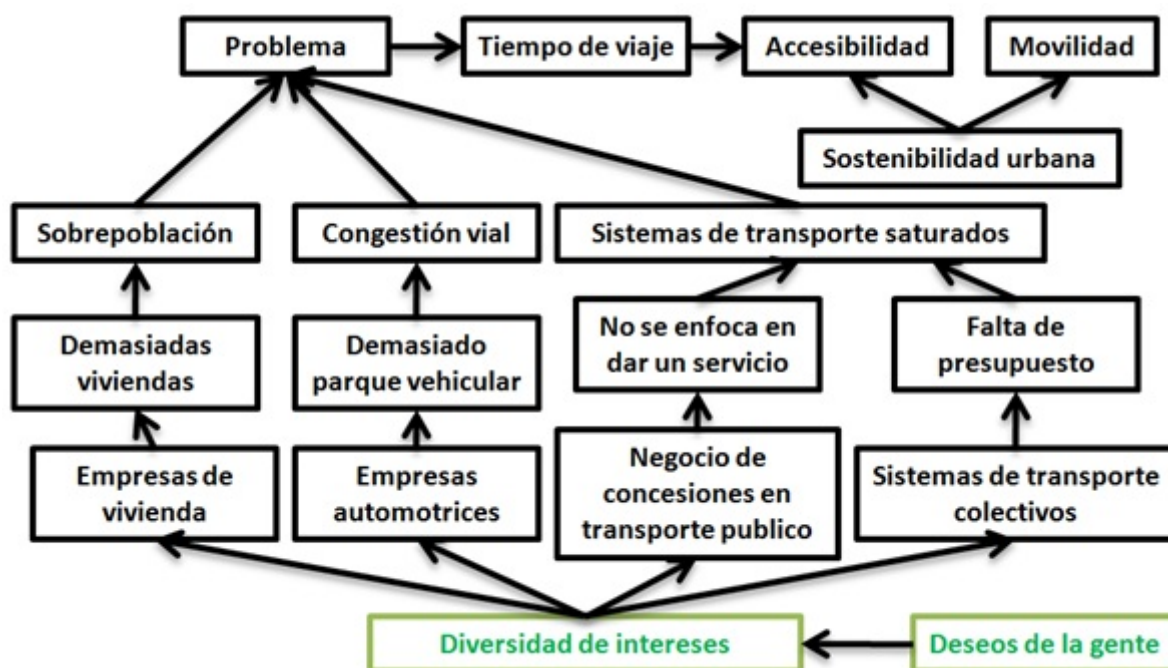
## 1.4. Solución propuesta.

Se propone la creación de una herramienta para la planificación de sostenibilidad urbana, dirigida a los expertos y especialistas, que facilite el análisis del sistema complejo, mediante simulaciones enriquecidas con las variables que definen el comportamiento de un individuo, así como los sistemas circundantes que las modifican y las condiciones de los deseos de las personas.

## 1.5. Requerimientos.

- Se requiere optimizar los algoritmos existentes o crear nuevos de tal manera que el sistema simulado sea lo más realista posible
- Se requiere desarrollar mecanismos para el mejor entendimiento del problema.
- Se requiere el apoyo de expertos que nos dirijan en la toma de decisiones, la consideración de requerimientos, y definición del alcance para este proyecto

## 2. Descomposición del problema.



El mayor impacto del problema se da como un considerable mayor tiempo de viaje.

Debido a los problemas de tráfico, los automovilistas solo en la Ciudad de México tardan 66 % más en llegar a su destino, en comparación con el tiempo que les tomaría cubrir la misma distancia en condiciones ideales de tránsito, indica el estudio, publicado este el 21 de febrero de 2017 y con datos recopilados a lo largo de 2016 por TOMTOM TRAFFIC INDEX.

El estudio de TomTom explica que los automovilistas tardan hasta 101 % más en llegar a su destino cuando conducen por la tarde, mientras que en la mañana “solo” se tardarían 96 % más del tiempo ideal, en promedio.

Así, un conductor en la Ciudad de México pierde en promedio 59 min diaria en el tráfico, lo que da un total de 227 horas de viaje adicionales al ideal por año, establece el estudio.

Esto se traduce en una reducción considerable de la accesibilidad al requerir un mayor costo de tiempo y dinero acceder a lugares o personas lejanos, como es el caso de estudiantes y trabajadores que viajan del Estado de México a la Ciudad de México en busca de mejores oportunidades, se pierden en promedio 4 horas al día, lo que da un total de 924 horas al año, 38 días y medio.

Para estos últimos, pocos estudios los toman en cuenta, ya que se considera un problema de oportunidades en el Estado de México, no de movilidad.

### 2.1. La sobrepoblación.

La gente desea las oportunidades accesibles viviendo en la ciudad, como las escuelas de mayor nivel, empleos mejor pagados, mayor diversidad de personas a quien conocer, mejor preparación en el área de salud, etc.

Las empresas de vivienda siguen satisfaciendo esta necesidad sin tomar en cuenta la sobre demanda de estas mismas oportunidades.

## **2.2. Congestión vial.**

Las empresas siguen invirtiendo en infraestructura en la ciudad para sus operaciones, lo cual genera un incremento considerable en el parque vehicular para este fin.

Cada vez mayor cantidad de personas adquieren y hacen uso de un vehículo particular impulsados por la inseguridad, baja calidad de los servicios de transporte público y facilidades de las empresas automotrices.

## **2.3. Sistemas de transporte saturados.**

Las concesiones en transporte público se enfocaron en el negocio y generan demasiada gente sin posibilidad de ejercer otra actividad con los mismos ingresos, se enfocan en los ingresos y al ser independientes no invierten en mejorar su servicio.

Los sistemas de transporte públicos dependientes del gobierno fueron planeados sin tomar en cuenta el abrumador crecimiento de la población, por lo cual dificulta su reestructuración para mejorar sus servicios, además están limitados a mantener costos bajos y subsidiados para que mayor parte de la población sin ingresos muy altos tenga acceso.

## **2.4. Deseos de la gente.**

Existen proyectos cuyo impacto en la sociedad era positivo y no fue posible realizarlos debido a que la sociedad misma los rechazó oponiéndose.

El rechazo se debe mayormente al no considerar las circunstancias locales ó no contar con algún mecanismo que permita a los expertos educar y concientizar a la sociedad acerca del funcionamiento de proyectos contra intuitivos

### 3. Definición del sistema.

El sistema de movilidad:

- Forma parte de la estructura vial y de servicios: cuya finalidad es garantizar que las centralidades que conforman la estructura socio económica, espacial; Las áreas residenciales, cumplan adecuadamente sus respectivas funciones y se garantice de esta forma la funcionalidad de la ciudad.
- Debe atender los requerimientos de movilidad de los pasajero y de carga en la zona urbana y área rural así como conectar la ciudad con ciudades vecinas
- Integra de manera jerarquizada e interdependiente los modos de transporte de personas y carga con los diferentes tipos de vías y espacios públicos de la ciudad y territorio rural.
- Garantiza la movilidad y conexión entre las zonas de servicios y los tejidos residenciales que existen a su alrededor

Está conformado por:

- subsistema vial: vialidades principales, secundarias, locales, rurales, alamedas, pasos peatonales y red de ciclo vialidades.
- Subsistema de servicios de transporte: Debe responder a los deseos de viaje de la población y a las necesidades de movilización de carga, se constituye de la red de transporte masivo, de corredores troncales de buses y rutas alimentadoras, de transporte publico de otras modalidades, tren de cercanías, transporte público individual, transporte privado, red de estacionamiento publico en vía y fuera de vía de propiedad publica, privada o mixta, terminales de pasajeros de transporte urbano e interurbano, terminales de carga
- Subsistema de regulación y control: Los centros de control de trafico, red de semaforos y semaforos inteligentes, sistemas tecnológicos de vigilancia y control de operación del tráfico.

#### 3.1. Propiedades del sistema complejo.

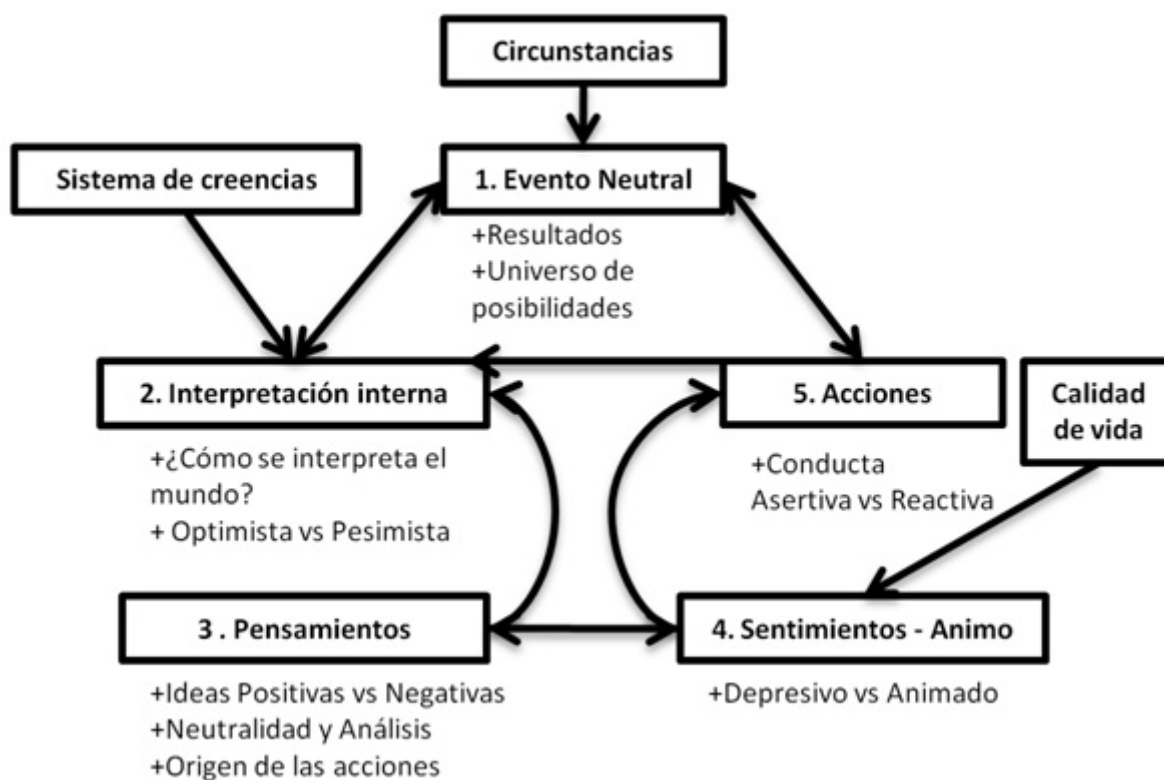
- Propiedades emergentes como la paradoja de Braess donde ante la ausencia de grandes vias, con la existencia de una diversidad de caminos alternos surge un comportamiento cooperativo.
- Autoorganización: Visto en intersecciones donde no se controla el trafico, los paraderos donde autos y personas se mueven en el mismo espacio, andenes de tren, paradas de transporte publico, etc.
- Vecindad colectiva: El comportamiento de cada persona depende en gran medida de lo que suceda en su entorno inmediato.
- Evolución y adaptación: En accidentes de transito, congestión vial, cierre de vialidades y cualquier otra evento inesperado.
- Formación de patrones: visto con mayor claridad en condiciones ideales el flujo vehicular tiende a agruparse.
- Subsistemas interrelacionados e interdependientes al estar integrado por subsistemas y el fraccionamiento de la ciudad
- Dinámica no lineal
- Decisiones de lógica inteligente: mediante el proceso de toma de decisiones ante un evento inesperado

#### 3.2. Simplificando la complejidad.

Encontrando un conjunto de reglas o condiciones simples para cada individuo que interactua con una vecindad es posible recrear comportamientos complejos semejantes a los de sistemas reales.

## 4. Proceso de toma de decisiones.

Para comprender mejor la conducta de las personas, poder definir mejor las reglas requerimos analizar este proceso.



### 4.1. Eventos neutrales.

Las circunstancias son parte del contexto, del mismo surgen eventos neutrales. Son todos los sucesos que ocurren en el mundo físico, los resultados de nuestras acciones y el contexto en el que nos desarrollamos.

### 4.2. Interpretación interna.

Los seres humanos interpretamos los eventos neutrales dependiendo de la actitud que tomemos y del sistema de creencias de cada persona, la interpretación interna suele ser inconsciente.

Tenemos la capacidad de concientizarnos identificando nuestro sistema de creencias y nuestra actitud.

### 4.3. Pensamientos.

La interpretación interna sea consciente o inconsciente de originan una serie de pensamientos con una historia consciente, pero una cualidad negativa ó positiva inconsciente.

Al concientizarnos de nuestra interpretación podemos elegir la actitud y por ende el sentido de los pensamiento, siendo inclusive neutrales para analizarlo y tomar elecciones conscientes.



#### **4.4. Sentimiento o emoción.**

A la par surgen sentimiento y un estado de ánimo que puede ser Animado mayormente tras pensamiento positivos ó neutrales y una actitud optimista y Depresivo mayor mente tras pensamientos negativo ó neutrales y una actitud pesimista.

El estado de ánimo y sentimiento se ven fuertemente influenciado por la calidad de vida, la cual a su vez condiciona las circunstancias.

#### **4.5. Acciones.**

Constituyen la conducta de las personas, la toma final de decisiones, dan origen a los resultados y nuevos eventos.

Los pensamientos y el estado de ánimo dan origen a las acciones, siendo esta la respuesta de cada individuo al evento neutral incluyendo el “no tomar ninguna acción” o generando otra interpretación interna.

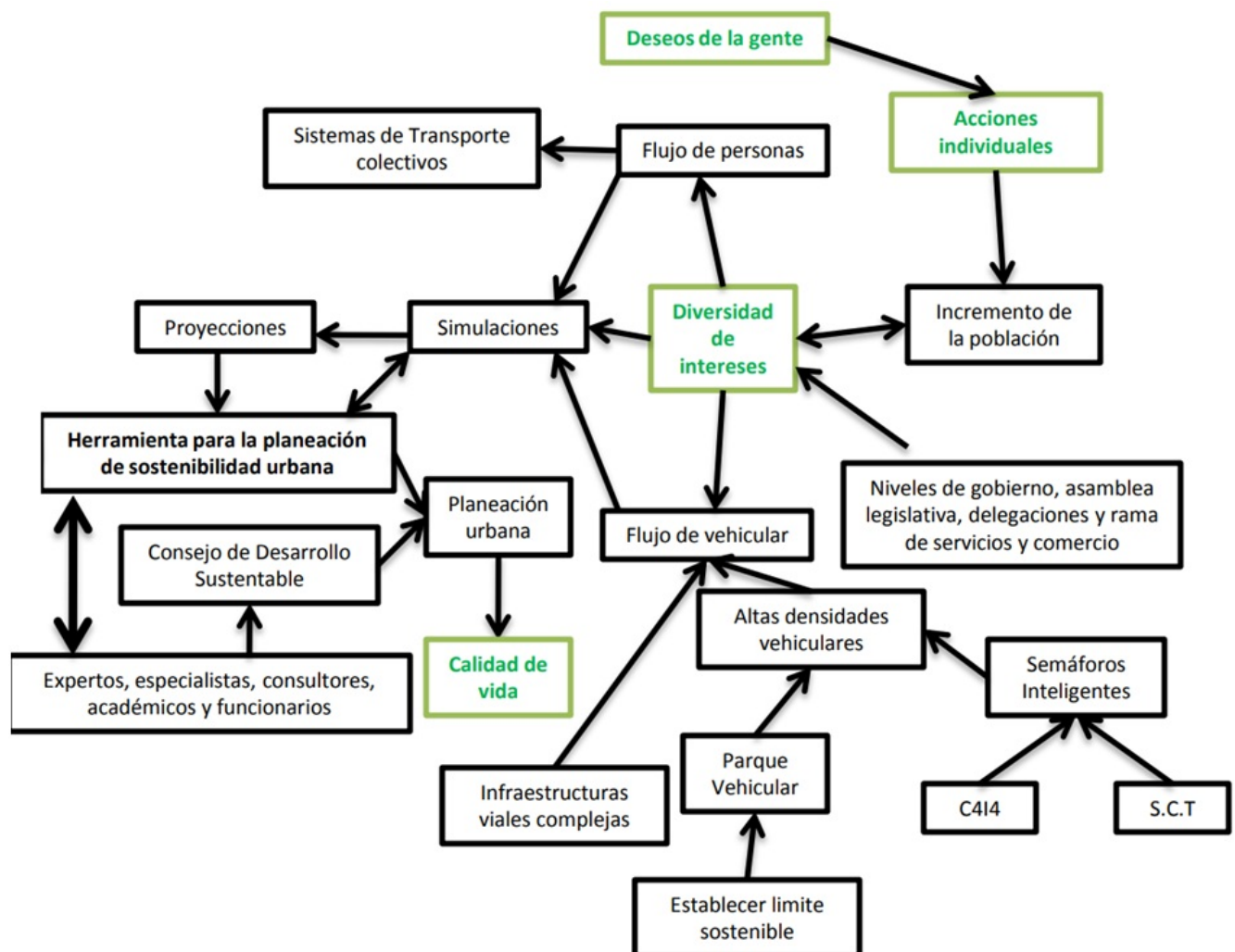


## 6. Solución propuesta.

Hoy en día la computación se utiliza para generar conocimiento que de otra forma no estaría a nuestro alcance.

La simulación de flujo vehicular y de personas para planeación de Sistemas de Transporte requiere ser enriquecido con cómputo no convencional al tratarse de un sistema complejo.

Se propone crear una herramienta dirigida a los expertos y especialistas para facilitar el análisis del problema mediante simulaciones que tomen en cuenta la complejidad inherente del sistema, así como los sistemas circundantes.



### 6.1. Resultados esperados.

Se espera como resultados poder visualizar eventos reales tales como la paradoja de Braess vista en Corea del Sur.

Buscar y encontrar reglas sencillas que nos permitan simplificar la complejidad y así ahorrar poder de cómputo.

Al ser usada por expertos, mejorar la calidad de vida de los habitantes; Permitiendo la planificación de nuevas estructuras viales, rutas de transporte colectivo como lo son el metrobus, trolebus, mexibus, etc, que optimicen el transporte de pasajeros la movilidad y accesibilidad dentro del Área Metropolitana y la Ciudad de México.

Generar mecanismos que permitan mejorar la educación y formulación de leyes que posibiliten un mejor comportamiento cooperativo en la sociedad.