



# Variación de Densidad de Tráfico Utilizando Autómatas Celulares

*V. J. Márquez*

Area de Caos y Sistemas Complejos  
Centro de Física Fundamental  
Universidad de Los Andes  
Mérida, 5101. Venezuela

[victormarquez@ula.ve](mailto:victormarquez@ula.ve)  
<http://www.ciens.ula.ve/cff/caoticos>

## Resumen

El transporte de personas y bienes de un sitio a otro dentro de cualquier centro urbano está relacionado principalmente con la actividad económica, lo cual hace que su estudio tenga una gran importancia para el mejor desenvolvimiento de las actividades generadas en el medio urbano. Con la introducción de un modelo basado en autómatas celulares se logró demostrar que, en un tramo de una cierta vía urbana, la densidad de tráfico tiende a aumentar en la medida en que se incrementan las unidades de transporte público colectivo que circulan en esa vía.

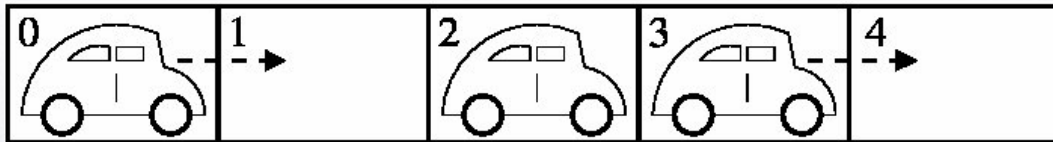
# Introducción

Los estudios de Transporte y Vialidad se caracterizan por el análisis de la estructura y el funcionamiento de los sistemas de vialidad y las modalidades de transporte con el fin de determinar los principales problemas que afectan el desenvolvimiento normal de las actividades propias del medio urbano. [1].

Actualmente existe una mayor demanda de transporte público debido al incremento de la población y la multiplicidad de rutas y viajes que realiza esta población para desplazarse, hecho que genera un desequilibrio entre el aumento de rutas y medios de transporte y la necesidad de mejoramiento del sistema vial. [2].

Parte de los estudios llevados a cabo para proponer soluciones a estos problemas están relacionados con la modelación de flujo de tráfico vehicular. Esta modelación se puede basar en teorías con enfoque microscópico como las autómatas celulares [3].

Los modelos que utilizan autómatas celulares para modelar flujo de tráfico manejan una dinámica que evoluciona en pasos discretos. El principio básico de los autómatas celulares consiste en una estructura de celdas en un espacio dado, en un conjunto de variables que definen el estado de la celda y en un conjunto finito de reglas que especifican cómo evolucionan los estados de las celdas [4] .



# Modelo

El modelo que se plantea hace representación del tramo de una vía local urbana unidireccional con un solo canal de circulación. La representación del tramo se hace por medio de una matriz de tamaño  $40 \times 3$ , donde se establecen ciertas condiciones de modo que cada elemento de la matriz representa una celda que puede tomar los siguientes valores:

0 Espacio vacío.

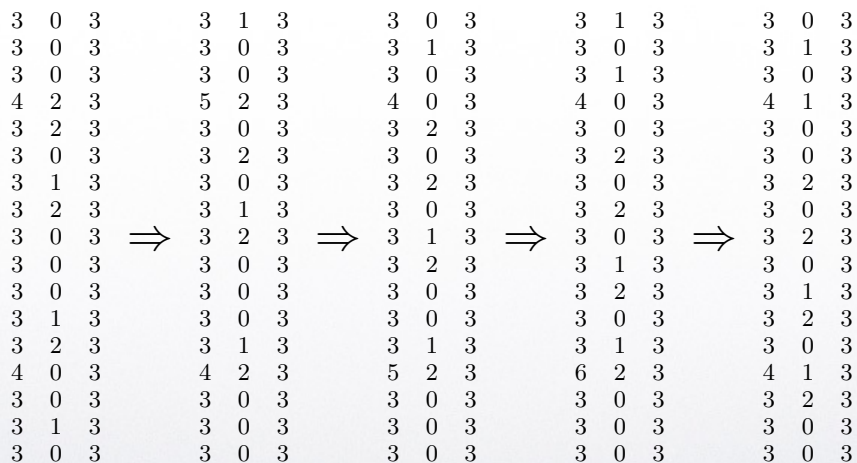
1 Vehículo particular.

2 Autobús.

3 Acera.

4,5,6 Parada de autobús.

Los vehículos particulares y colectivos públicos (autobuses) solo pueden avanzar si la celda próxima a ellos está desocupada, realizando cada autobús sus respectivas paradas en los espacios asignados, donde el tiempo en que tardan en hacer el montaje y desmontaje de pasajeros es aleatorio.



Evolución temporal de la matriz que representa el tramo de una cierta vía urbana.

El modelo permite variar el porcentaje de autobuses que circulan respecto a vehículos particulares y el porcentaje de celdas ocupadas por vehículos o autobuses con respecto a celdas de espacios vacíos. Este porcentaje de celdas ocupadas se define en este caso como Valor Probabilístico de Ocupación Vehicular  $G_n$  y se expresa como:

$$G_n = \frac{n}{10} \times 100, \quad n = 1, 2, 3, \dots, 10. \quad (1)$$

El algoritmo utilizado es el siguiente:

1. Creación de la avenida.
2. Creación de vehículos y autobuses en la primera fila.
3. Movimiento de vehículos y autobuses.
4. Conteo de tráfico.

El tiempo y el espacio para el avance de los vehículos y autobuses es discreto. El conteo del tráfico se hace llevando el control de los vehículos y autobuses que entran y salen del tramo de la vía en estudio, y esto permite calcular la densidad de tráfico  $\varphi$ , que es el número de vehículos o autobuses que hay en un tramo de vía y en este caso se expresa como:

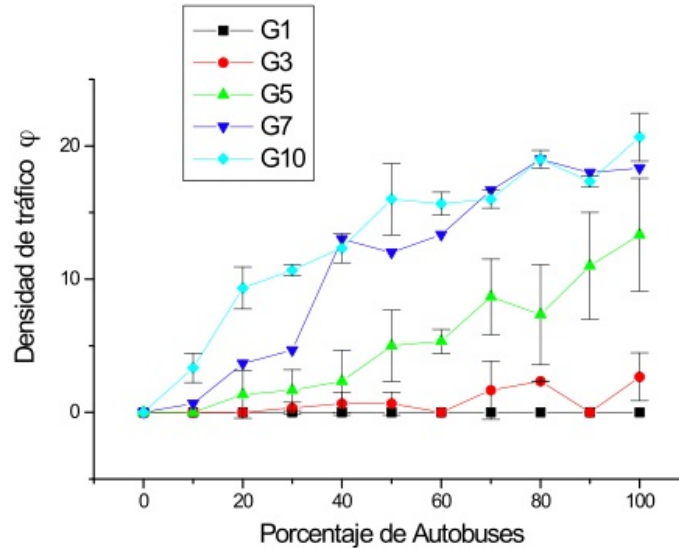
$$\varphi = E - S \quad (2)$$

$E$  = vehículos y autobuses que entran.

$S$  = vehículos y autobuses que salen.



# Resultados



Variación de la densidad de tráfico debido al aumento de circulación de autobuses.  $G_n$  con  $n = 1, 3, 5, 7, 10$  representan las variaciones para diferentes cantidades de vehículos o autobuses que circulan en relación a espacios vacíos.

## Conclusiones

Con un modelo basado en autómatas celulares se hicieron estudios del tramo de una cierta vía urbana donde se demostró que la densidad de tráfico tiende a aumentar con el incremento de unidades de transporte colectivo (autobuses). En el modelo planteado, el tiempo de parada de los autobuses para el montaje y desmontaje de pasajeros es aleatorio y, debido a esto y, al incremento de autobuses que circulaban por el tramo de la vía, se generan conflictos de fluidez y de desplazamiento vehicular. Por lo tanto, cabe suponer que un control del tiempo de parada y del porcentaje de autobuses respecto a vehículos particulares puede generar una mayor fluidez en el tráfico urbano.

Los modelos que utilizan autómatas celulares constituyen herramientas computacionalmente eficientes a la hora de realizar estudios y diagnósticos relacionados con la problemática vial y de transporte público de pasajeros, ya que permiten plantear respuestas y soluciones a problemas relacionados con tráfico vehicular.

## Referencias

- [1] DIRECCIÓN GENERAL SECTORIAL DE DESARROLLO URBANÍSTICO., Manual de Vialidad Urbana. Ministerio de Infraestructura. Venezuela.
- [2] AGENDA HABITAT ESPAÑA, 2. Los nuevos conflictos de la ciudad y el territorio, obtenido de World Wide Web [http://habitat.aq.upm.es/aghab/aghabes\\_5.html](http://habitat.aq.upm.es/aghab/aghabes_5.html)
- [3] RAMÍREZ, M., MARTÍN, M. Modelado y Simulación del Tráfico Vehicular Empleando Autómatas Celulares. FCC, BUAP, Pue. México, Abril 2004.
- [4] S. WOLFRAM ed., Theory and Applications of Cellular Automata (World Scientific, 1986)