

Autómata celular para la caracterización del tráfico

Alejandro Aguilar-Salas, Carlos Manuel Rodríguez-Martínez

Departamento de Física, Universidad Veracruzana

Objetivos

Observar el efecto que causan en el tráfico los elementos viales como:

- Semáforos
- Cruces
- Topes
- Múltiples carriles

en una simulación del tráfico basada en un autómata celular.

Introducción

En este trabajo presentamos una simulación computacional de un modelo de tráfico vehicular con autómatas celulares. Nuestra simulación está basada en el modelo de Nagel y Schreckenberg, y hemos incluido la posibilidad de tener varios carriles, automóviles autónomos, como se espera tener en un futuro próximo, así como la existencia de "topes" (algo poco estudiado ya que es una medida de control que existe en muy pocos países) y la posibilidad de tener intersecciones en el camino.

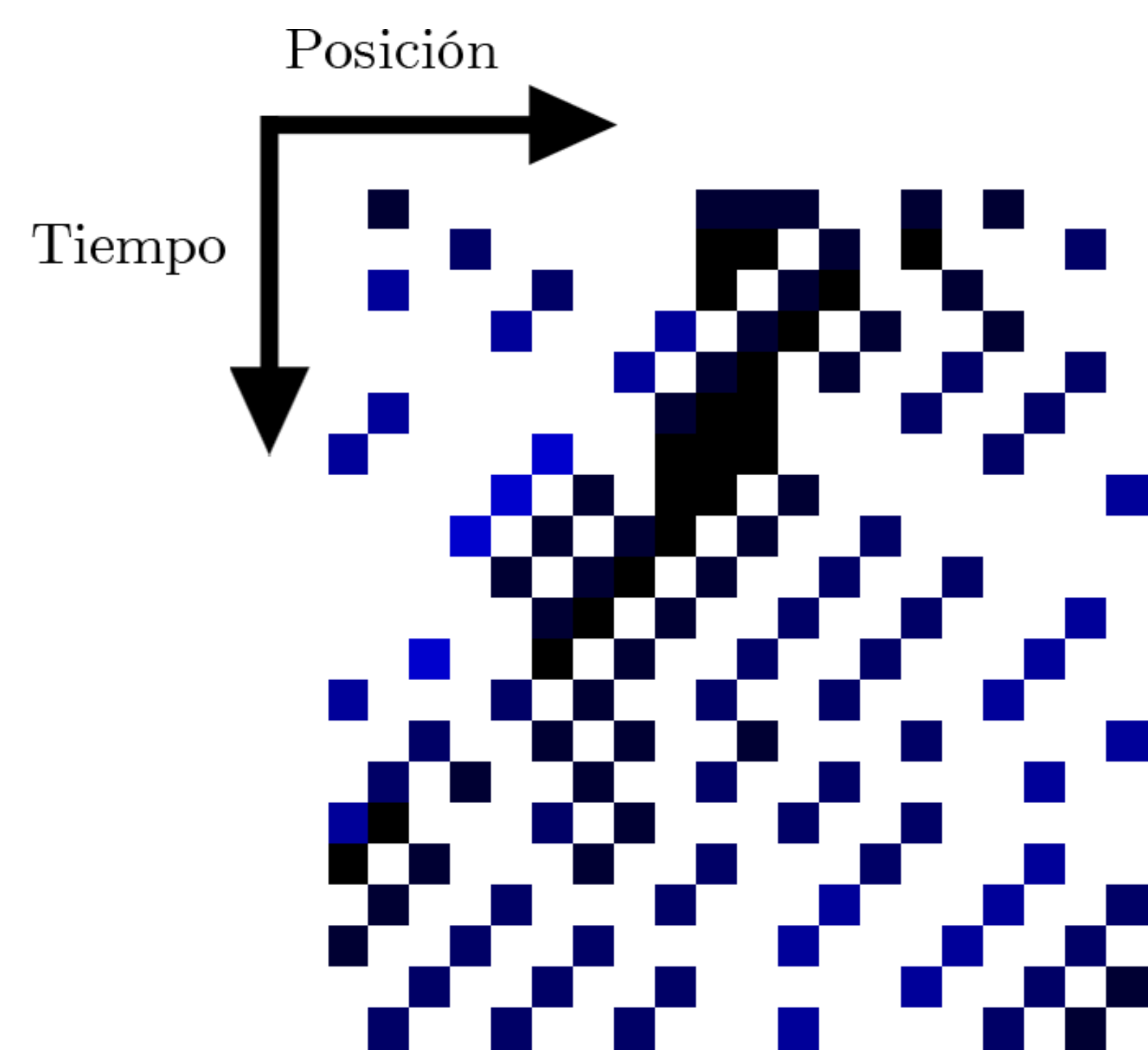


Figura: Representación de autómata celular de tamaño 20 y evolucionado con 20 iteraciones. En azul los vehículos con mayor velocidad.

Modelo de tráfico

Se elabora un arreglo unidimensional de longitud S . Cada vehículo tiene una velocidad entera que se encuentra entre $[0, v_{max}]$. La regla de evolución es

- 1 **Aceleración:** Si la velocidad v de un vehículo es menor que v_{max} y la distancia con el siguiente auto es mayor que $v + 1$, la velocidad se aumenta en una unidad ($v \rightarrow v + 1$).
- 2 **Frenado** (debido a los demás autos): Si un vehículo en la posición i observa al siguiente vehículo en la posición $i + j$, reduce su velocidad a $j - 1$ ($v \rightarrow j - 1$).
- 3 **Aleatorización:** Con probabilidad p , la velocidad de cada vehículo (si es mayor que cero) disminuye en uno ($v \rightarrow v - 1$).
- 4 **Movimiento vehicular:** Cada vehículo avanza v espacios.

Mediciones

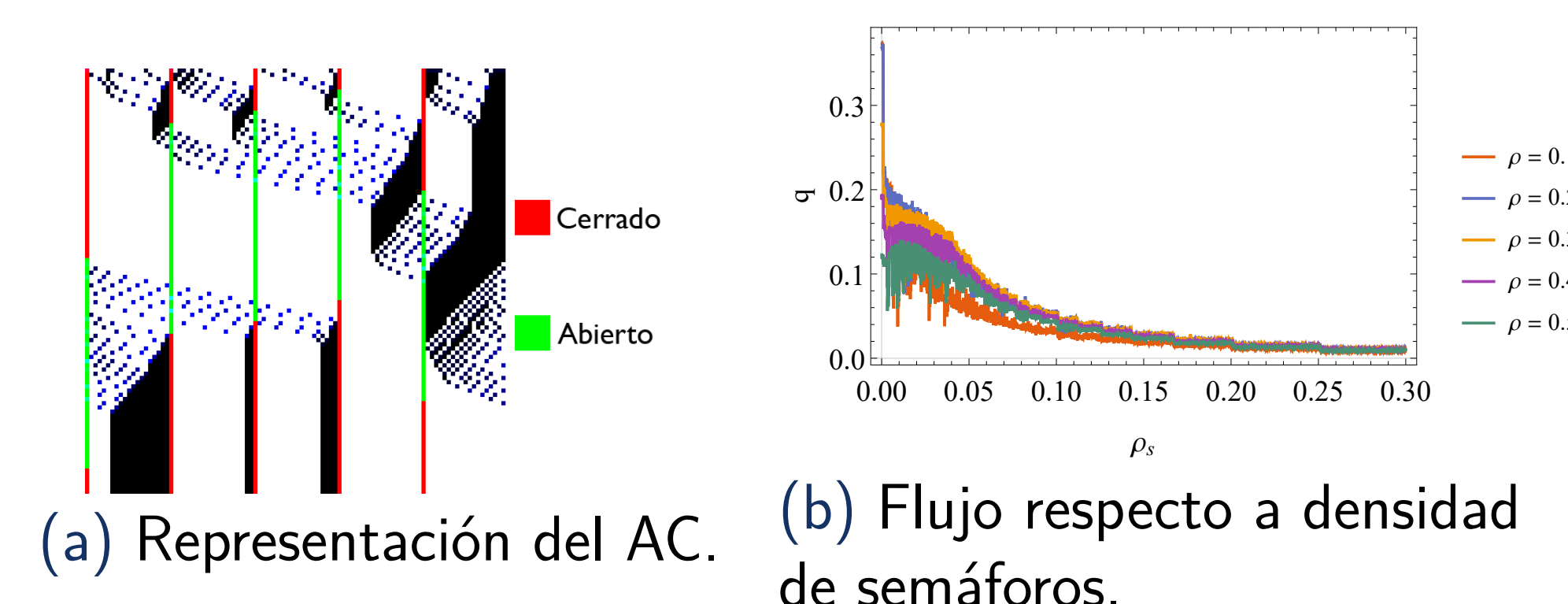
Medimos el flujo de autos como

$$q = \frac{1}{T} \sum_{t=t_0+1}^{t_0+T} n_{i,i+1}(t),$$

donde $n_{i,i+1}(t) = 1$ si se detecta que un auto pasa por esa casilla.

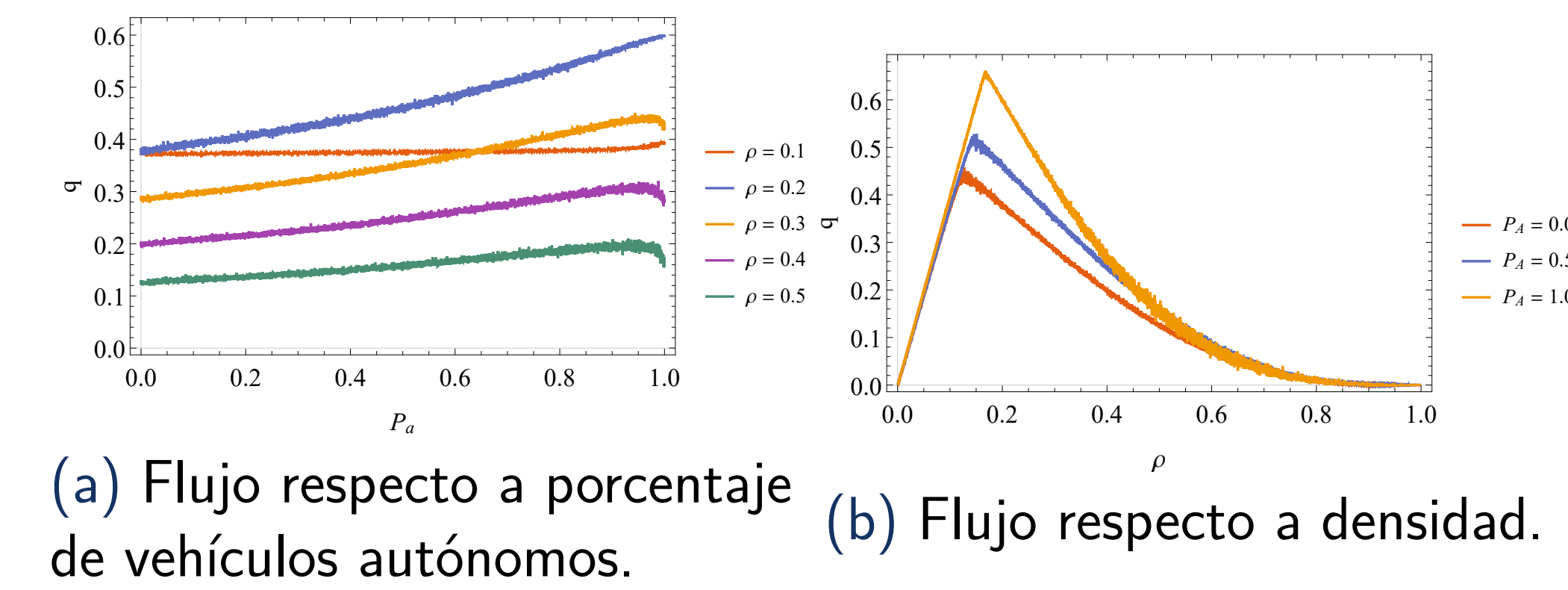
Semáforos

Se añade la posición del semáforo a la regla de frenado. Tienen tiempo de cerrado y de apertura.



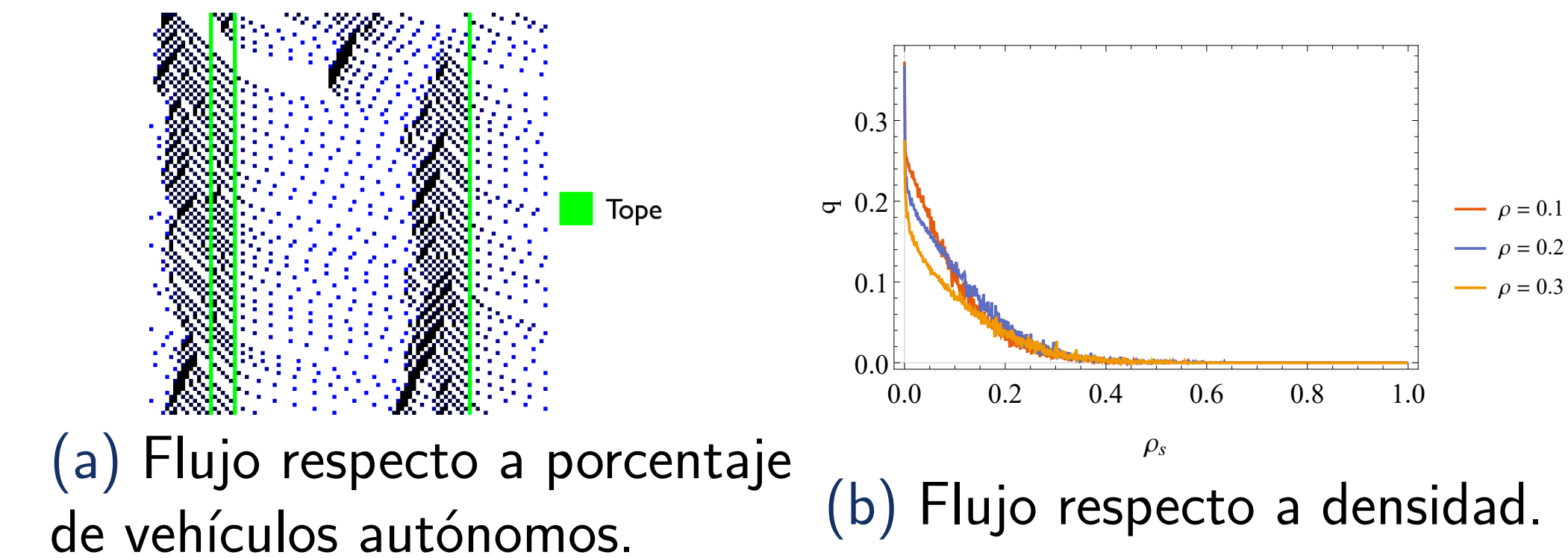
Vehículos autónomos

Los vehículos autónomos no sufren aleatorización y tienen tiempo de reacción instantáneo.



Topes

Si un vehículo con $v > 1$ en la posición i observa un tope en la posición $i + j$, y $j < c v_{max}$ reduce su velocidad en una unidad.



Múltiples carriles

Para extender el modelo a múltiples carriles se añade un paso extra. En este se verifica si el vehículo no puede acelerar, entonces busca si en los adyacentes puede acelerar sin afectar el tráfico. Si dos carriles fueron marcados como disponibles, selecciona el de la izquierda.

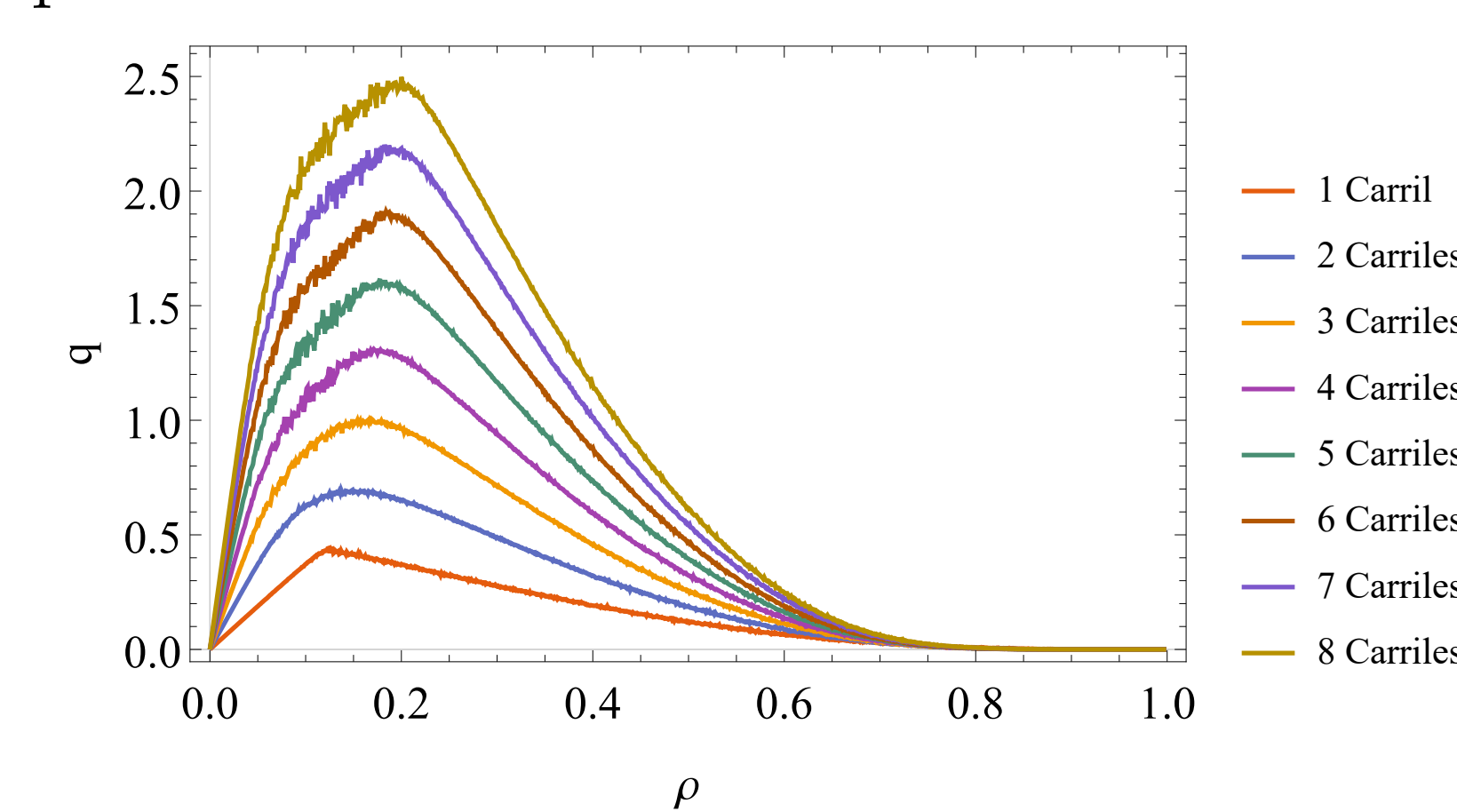
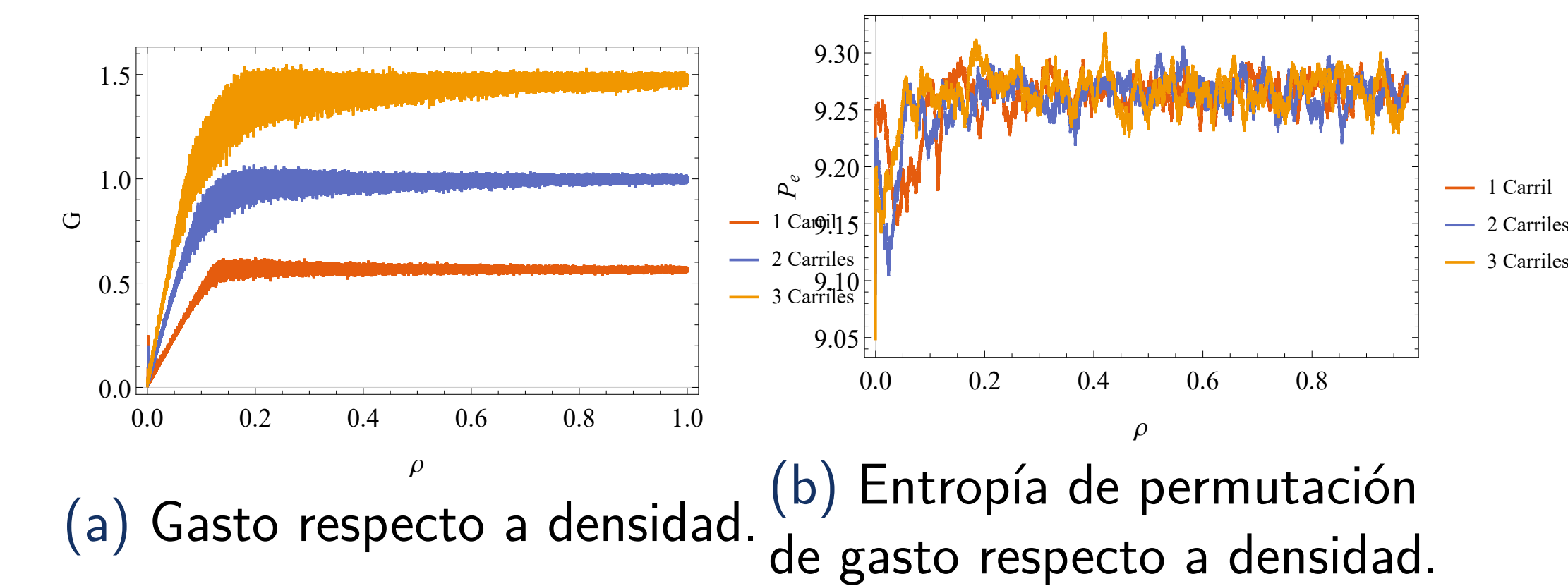


Figura: Flujo respecto a densidad para diferentes números de carriles.

Caracterización del tráfico

Utilizamos la entropía de permutación (EP) para caracterizar el comportamiento caótico del sistema. Se obtiene la EP de la gráfica del gasto, que se genera con un AC de frontera abierta.



Conclusiones

De las simulaciones se observa que para los modelos que se probaron

- 1 Los semáforos causan un súbito descenso del flujo, que se caracteriza por su alta variabilidad respecto a su distribución.
- 2 El número de topes tiene un efecto más leve que el de los semáforos, pero igualmente súbito.
- 3 Los vehículos autónomos y la adición de más carriles tienen el efecto de aumentar la capacidad de carga del sistema.
- 4 El comportamiento caótico del tráfico se manifiesta sobre todo después de la transición del flujo.

Información de contacto

- Web: github.com/CarlosManuelRodr/FreewayAC
- Email: fis.carlosmanuel@gmail.com
alej.aguilar.salas@gmail.com



Universidad Veracruzana