



- Cuando se retrasa un tren, en la siguiente estación hay muchos pasajeros esperando, lo que deriva en un colapso de la línea.

## Sistema de autorregulación

# Nueva propuesta para agilizar el Metro

El comportamiento de pasajeros, obstrucción de puertas y saturación afectan la eficacia

DIANA SAAVEDRA

Después de los buenos resultados obtenidos en la estación Balderas del Metro en Ciudad de México para mejorar el abordaje y descenso de pasajeros en los vagones, Gustavo Carreón, Luis Pineda y Carlos Gershenson, investigadores de la UNAM, han elaborado una nueva propuesta para reducir los problemas en la movilidad de los trenes.

Gershenson, del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) y coautor del estudio, precisó que habitualmente cuando se tarda de más un tren, en la siguiente estación hay muchos pasajeros esperando, lo que deriva en un colapso de la línea. “Si hay un retraso, lo que proponemos es ajustar los tiempos para que se distribuya la cantidad de viajeros entre todos los trenes, aumentando la capacidad del sistema y su eficacia”, refirió.

Con el método actual, ante cualquier tipo de interrupción, se juntan varios trenes en un sitio, quedando secciones

### OTRAS POSIBILIDADES

Para mejorar aún más la eficiencia del Metro, los universitarios sugirieron la necesidad de informar en tiempo real a pasajeros y operadores, pues con esto el usuario puede decidir si quedarse o buscar otro medio de transporte; para ello hay aplicaciones móviles que podrían ser útiles.

También contribuiría a que los usuarios de este transporte usaran de forma apropiada las instalaciones, conocieran las implicaciones de un mal comportamiento, y que las autoridades contaran con mejores estrategias para actuar con eficiencia ante un colapso en el sistema.

sin cubrir o donde hay que esperar mucho. Con el algoritmo, en vez de un control central que le dice a todos los trenes cuánto esperar, cada tren deja información que es aprovechada por los siguientes convoyes para responder a la demanda inmediata en cada estación, indicó el especialista.

Pineda, también investigador del IIMAS, detalló que cuando se interrumpe el servicio el sistema tarda horas en recu-

perarse; sin embargo, con el algoritmo de autorregulación propuesto, los convoyes a los que no les tocó el problema esperarían más tiempo en las estaciones para que haya un balance, de tal forma que al momento de restablecer el servicio no habrá tantos pasajeros acumulados en unas cuantas paradas, sino que la carga estará distribuida de mejor manera.

Carreón, candidato a doctor del posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación, expuso que la ventaja de esta propuesta es que cuenta con simulaciones computacionales y que aprovecha los datos reales generados durante el trabajo de 2016 en la estación Balderas.

“Hay muchos factores impredecibles, como el comportamiento de los pasajeros; pero si atacamos esos problemas con la regulación de trenes, incrementamos la eficiencia en 20 por ciento, y si sumamos un comportamiento adecuado de los usuarios, esta cifra aumenta”, añadió Carreón, actualmente adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas.

Para que el método funcione, prosiguió Gershenson, es esencial mantener un flujo de información en tiempo real para que cada convoy se adapte a la demanda de pasajeros en las estaciones.

Así, la recuperación sería mucho más rápida y eficiente, se asegura en la nueva propuesta, presentada por los investigadores en la revista *PLOS ONE*.

### Importancia de las interacciones

Pineda destacó que la clave para realizar el ejercicio en Balderas (2016), así como la nueva iniciativa, fue el trabajo hecho por Carreón en las instalaciones del Metro, en donde revisó las diferentes causas de los retrasos en el sistema.

Gershenson y Pineda comentaron que el precedente que sentó el ejercicio de señalización en esa estación demostró que para que las cosas funcionen mejor no es necesario cambiar a los usuarios o viajar a otros países, pues la autorregulación en Ciudad de México es posible y viable.

“La sorpresa es que no tuvimos que traer a pasajeros japoneses o alemanes. Éste es un ejemplo que nos demuestra que muchas veces son más importantes las interacciones que los componentes de un sistema”, dijo Gershenson.

Para Carreón, ver a la gente formarse desde el primer día fue algo inesperado, y el principal beneficio es que se pasó de un ejercicio en el Metro Balderas a las 14 estaciones más concurridas (por la transferencia de personas), como Zapata, San Lázaro, Centro Médico y Salto del Agua, que mejoraron en al menos 15 por ciento el flujo de sus pasajeros. g