

## INTELIGENCIA COMPUTACIONAL APLICADA A MOVILIDAD URBANA

**Ana Carolina Olivera<sup>a,b</sup>, Pablo Javier Vidal<sup>a,b</sup>, Enrique Gabriel Baquela<sup>c</sup>, Marisa Haderne<sup>b</sup>, Mariel Denise Volman Stern<sup>b</sup> y Gastón Cavallo<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>*Instituto para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Universidad Nacional de Cuyo (ITIC-UNCuyo)*

<sup>b</sup>*Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo (FING-UNCuyo)*

<sup>c</sup>*Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional (UTN-RSN)*

*contacto: acolivera@conicet.gov.ar, carolina.olivera@ingenieria.uncuyo.edu.ar*

### CONTEXTO

Esta presentación corresponde a las tareas de investigación que se llevan a cabo en el ITIC-UNCuyo en conjunto con la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo en el marco del proyecto 06/B081-B titulado *Diseño y Desarrollo de Herramientas Metaheurísticas y Aplicaciones Novedosas Orientadas a Smart Mobility* (2019-2021) financiado por la UNCuyo y el PICT 2020-SERIEA-00743 titulado *Diseño y desarrollo de estrategias novedosas aplicadas a problemas de tráfico vehicular y transporte público de pasajeros urbano* financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el desarrollo Tecnológico y la Innovación, Argentina.

### RESUMEN

Esta línea de investigación se centra en es diseñar novedosas metodologías basadas en Inteligencia Computacional o hibridar existentes a fin de abordar satisfactoriamente problemas de Movilidad Urbana como los asociados al transporte público urbano y el tráfico vehicular. El trabajo presentado describe la línea de investigación que estamos llevando adelante y los resultados que se han obtenido hasta el momento.

**Palabras clave:** Inteligencia Computacional, Movilidad Urbana, Optimización.

### 1. INTRODUCCIÓN

Nuestro grupo de investigación está formado por investigadores del Instituto para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad

Nacional de Cuyo con amplia trayectoria en investigación y desarrollo en técnicas de Inteligencia Computacional aplicadas a distintos problemas complejos. Asimismo, participan del grupo docentes y alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo y de la Universidad Tecnológica Nacional Regional San Nicolás.

Movilidad urbana comprende una variedad de problemas derivados del movimiento de las personas a través de diferentes medios públicos o privados, motorizados o no [Ced21]. Existen diferentes medios de transporte insertos en las redes de tráfico de una ciudad. Este proyecto se enfoca en tráfico y transporte público urbano.

### 2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN y DESARROLLO

- Diseño de novedosas hibridaciones de técnicas de Inteligencia Computacional.
- Aplicación de Inteligencia Computacional a problemas del área de Movilidad Urbana.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

En lo que respecta a las líneas de investigación se realizaron diversos desarrollos en el campo de la inteligencia computacional. A continuación, se muestra un resumen de cada una.

#### 3.1 Movilidad Urbana: Tráfico Urbano

El grupo de investigación realizó una

aproximación mono-objetivo de la optimización de los ciclos de los semáforos en la cual las únicas variables a optimizar que se consideran son aquellas del flujo vehicular. Nuestra motivación devino de contemplar que con sólo dichas variables se pueden obtener buenos resultados que impacten de manera positiva sobre la disminución de la polución (sea combustible fósil o no) y el gasto de combustible sin contar con estas en la función a optimizar puesto que dependen del parque automotor. Como caso de estudio utilizamos dos instancias reales, con información precisa del tráfico, el microcentro de la ciudad de Posadas en Argentina y el barrio Jacinto Vera en Montevideo, Uruguay. Para la instancia de Posadas, de las estrategias testeadas, el algoritmo de evolución diferencial (ED) fue el que obtuvo mejores resultados, alcanzando reducciones del 30% en tiempo de espera de los vehículos y hasta un incremento del 4% en la velocidad promedio de los vehículos. En lo que respecta a factores de contaminación, el algoritmo ED consiguió emisiones bajas y estables sin picos de contaminación en comparación con lo obtenido con la configuración actual de los semáforos. Asimismo, el algoritmo ED consigue una reducción significativa en el combustible consumido aun cuando la velocidad de los vehículos se incrementó. Esto demuestra que nuestra estrategia consigue mejorar la fluidez de los vehículos sin impactar en su consumo. Los resultados se encuentran publicados en la IEEE Latin America Transactions [VO19]. En ese mismo sentido se evalúa una aproximación similar para el microcentro de Mendoza [VO20] con resultados satisfactorios.

### **3.2 Movilidad Urbana: Transporte Público de Pasajeros**

En lo que respecta a transporte público de pasajeros en un trabajo previo realizamos una combinación con el problema del

tráfico urbano considerando la optimización de los ciclos de las luces para el sector de la Avenida Garzón (Montevideo, Uruguay) que contiene un corredor rápido de buses (BRT, *Bus Rapid Transit*) mejorando la fluidez de los buses a través de un algoritmo evolutivo paralelo multi-objetivo. Los resultados muestran que el algoritmo evolutivo propuesto logra una mejor calidad de servicio en comparación con el estado actual, mejorando hasta un 15.3% la velocidad promedio del autobús y un 24.8% la velocidad promedio de otros vehículos. El trabajo se encuentra publicado en [NMA+19].

### **3.3 Distribución de vacunas en países en vías de desarrollo**

Considerando que en 2020 sobrevino de forma abrupta la pandemia derivada del SAR-COV-2 nos abocamos al problema que poseen muchos países en vías de desarrollo que no accedían en forma automática a grandes cantidades de vacunas. En este sentido, se propuso un modelo de distribución de la vacuna COVID-19 y se probaron varias técnicas de inteligencia computacional. La propuesta se testeó en el escenario argentino. Se obtuvo una importante demostración del impacto de una distribución optimizada de la vacuna en territorios como el de Argentina [BO22].

### **3.4 Diseño de nuevas técnicas de Inteligencia Computacional**

Un inconveniente cuando se aborda la resolución de problemas reales es el tiempo computacional asociado a la evaluación de las soluciones obtenidas. Durante nuestras investigaciones desarrollamos un modelo híbrido que combina *Kriging* (predicción) con algoritmos multi-objetivo en particular el conocido Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm II [BO19] obteniendo excelentes resultados.

Se avanzó también en el estudio filtros para imágenes satelitales que sirven como información de partida para problemas relacionados como movilidad urbana [VOV21].

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El grupo de trabajo está formado por: Una Profesora Titular con Dedicación Semiexclusiva de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo (Investigadora Adjunta del CONICET), Un Profesor Adjunto con Dedicación Simple de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo (Investigador Asistente del CONICET), un Profesor Titular de la Universidad Tecnológica Nacional Regional San Nicolás, una Profesora Titular con dedicación Semiexclusiva de la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo, una Becaria EVC-CIN de la UNCuyo y un alumno de la Licenciatura en Ciencias de la Computación de la UNCuyo.

Dentro de los temas abarcados por esta línea de investigación el Dr. Baquela finalizó su Doctorado en Ingeniería en el 2020 bajo la dirección de la Dra. Olivera. Se está desarrollando una Beca EVC-CIN en *procesamiento de imágenes utilizando inteligencia artificial* que puede utilizarse no solo para movilidad urbana sino también en otras áreas.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

[BO19] Baquela, E. y Olivera, A. A novel hybrid multi-objective metamodel-based evolutionary optimization algorithm. *Operations Research Perspectives* 6 Elsevier (2019).

[BO22] Baquela, G. E. y Olivera, A. C. *Humanitarian Logistics in the Disaster Risk Reduction Perspective*. Springer, 2022, chapter Optimising Distribution of Limited COVID-19 Vaccines: Analysing Impact in Argentine, pp. 273–291. ISBN 978-3-030-90877-5. 10.1007/978-3-030-

90877-5\_9.

[Ced21] Ceder, A. A. Urban mobility and public transport: future perspectives and review. *International Journal of Urban Sciences* 25, 4 (oct 2021), 455–479, 10.1080/12265934.2020.1799846.

[NMA+19] Nesmachnow, S., Massobrio R., Arreche, E., Mumford, C., Olivera, A. C., Vidal, P. J. y Tchernykh, A. Traffic lights synchronization for Bus Rapid Transit using a parallel evolutionary algorithm. *International Journal of Transportation Science and Technology* 8, 1 (2019), 53–67.

[VO19] Vidal P. J. y Olivera, A. C. Management of urban traffic flow based on traffic lights scheduling optimization. *IEEE Latin America Transactions* 17, 1 (jan 2019), 102–110.

[VO20] Vidal P. J. y Olivera, A. C.. Avoided traffic jams optimising the scheduling of signalised intersection of Mendoza downtown and surrounding. In *IV Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información* (November 2020).

[VOV21] Volman Stern, M. D., Olivera, A. C., y Vidal, P. J. Paralelización del filtro convolución para imágenes digitales. In *Anales del V Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información* (2021).