



2025

ASOCIO EN ACCIÓN

Boletín

Asociación Colombiana de Investigación Operativa

www.asociocolombia.org

 Asocio Colombia

 @asociocolombia



Consejo Directivo

Presidente

Juan Guillermo Villegas

Universidad de Antioquia

Pres.Anterior

Elena Valentina Gutiérrez

Universidad del Valle

Vicepresidente

David Barrera Ferro

Pontificia Universidad Javeriana

Secretario

Juan José Bravo Bastidas

Universidad del Valle

Tesorero

Juan Pablo Fernández Gutiérrez

Universidad de Medellín

Vocal

Pablo Andrés Maya Duque

Universidad de Antioquia

Vocal

Eliana Mirledy Toro Ocampo

Universidad Tecnológica de Pereira

Vocal

Julio César Goéz

NHH- Noruega

Vocal

Alfredo Daniel Moreno

Universidad del Norte

Vocal

Gonzalo Mejía Delgadillo

Universidad de la Sabana

Vocal

Jairo R. Coronado

Universidad de la Costa

Vocal

Alejandro Arenas Vasco

Instituto Tecnológico Metropolitano

Vocal

Eliana María González Neira

Pontificia Universidad Javeriana

Como cada año, este editorial representa una excelente oportunidad para hacer una retrospectiva de todas las actividades que realizamos con el propósito de mantener vigente y activa la Investigación Operativa (IO) en nuestro país. El balance de 2025 es altamente positivo y nos deja importantes logros, pero también nos plantea nuevos retos y eventos por venir.



Entre finales de 2024 e inicios de 2025, iniciamos un nuevo ciclo de tutoriales enfocados en una de las herramientas clásicas de la IO: la simulación. En esta ocasión, incorporamos un ingrediente adicional: al paradigma tradicional de simulación de eventos discretos sumamos tutoriales en dinámica de sistemas y en simulación basada en agentes, reflejando así la diversidad de herramientas disponibles para modelar sistemas y procesos complejos. Por otro lado, continuamos fortaleciendo nuestra iniciativa "**Mujeres colombianas en IO**", con la participación de destacadas colegas reconocidas tanto a nivel nacional como internacional.

Asimismo, seguimos comprometidos con la organización de eventos nacionales e internacionales de interés para la comunidad de la IO y disciplinas afines. En este sentido, el **Grupo de Aplicación en Técnicas de Optimización y Procesos Estocásticos (GAOPE)** de la **Universidad Tecnológica de Pereira**, junto con su programa de **Maestría en Investigación Operativa y Estadística**, ha consolidado el **Símposio en Ciencia de Datos** como un referente nacional para conocer los avances en la interfaz entre IO y Ciencia de Datos, mediante un evento gratuito y de carácter híbrido que se realiza anualmente. Por su parte, la **Universidad de La Sabana**, uno de nuestros socios institucionales, organizó la **28ª International Conference on Production Research (ICPR)**, el evento más importante a nivel mundial en investigación en producción, manteniendo así a Colombia en el foco de las reuniones científicas en IO y sus disciplinas relacionadas. A su vez, el **Encuentro Regional de Investigación de Operaciones – Revoluciona** se llevará a cabo nuevamente en la **Seccional Zarzal de la Universidad del Valle** este **28 de noviembre**, manteniendo una tradición de más de diez años dedicada a promover la IO en las regiones del país.

De igual forma, este año logramos concretar un proyecto que venía siendo esquivo durante varios años: **la organización del Reto Estudiantil ASOCIO 2025**. Esta iniciativa representa un paso importante para la IO en Colombia, ya que busca motivar, identificar y vincular a la Asociación con los jóvenes talentos que se forman en programas académicos de todo el país. En el **Congreso ASOCIO-IISE 2022** habíamos realizado un concurso estudiantil enfocado en premiar las mejores contribuciones académicas, pero sentíamos la necesidad de otro tipo de espacio. El Reto Estudiantil 2025 vino a llenar ese vacío.

Finalmente, queremos cerrar con la cereza del pastel: el año pasado fuimos escogidos por **ALIO** para organizar, por segunda vez, el evento más importante de la Investigación Operativa en Iberoamérica. De esta manera, **ASOCIO** y toda la comunidad colombiana de IO seguirán siendo el epicentro del desarrollo y la divulgación de la disciplina en Latinoamérica.

¡Sí! **La XXIII Conferencia Latino-Iberoamericana de Investigación Operativa (CLAIO/ASOCIO 2026)** se realizará en Colombia, más específicamente en la **Pontificia Universidad Javeriana**, en Bogotá, en noviembre de 2026.

Les invitamos a recorrer las páginas de este boletín, donde encontrarán más detalles sobre estos proyectos y eventos, así como la sección "**Mi tesis en 500 palabras**", que presenta los trabajos de grado y tesis de estudiantes de pregrado, maestría y doctorado del país, enfocados en temas como enrutamiento de vehículos, la distribución justa de recursos, economía circular y programación de citas en servicios de salud.

Agradecemos sinceramente a todas las personas que contribuyeron a la edición de este boletín y a las actividades de ASOCIO durante este año.

Juan G. Villegas – Presidente ASOCIO – Profesor, Universidad de Antioquia

Juan José Bravo – Secretario ASOCIO – Profesor, Universidad del Valle

Equipo Editorial

Juan G. Villegas - Universidad de Antioquia - Medellín

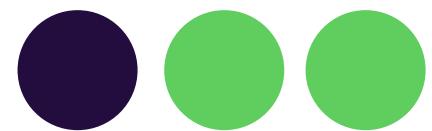
Juan José Bravo - Escuela de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle

Laura Lucia González - Diseñadora de Comunicación Visual





Éxito del primer Student Challenge ASOCIO 2025



Con gran entusiasmo se celebró el **primer Student Challenge ASOCIO 2025**, un reto académico que marcó un hito en la historia de la asociación al convocar a estudiantes de pregrado y posgrado de todo el país —y del exterior— a resolver un **problema real mediante herramientas de Investigación de Operaciones**.

La iniciativa, concebida para acercar a los jóvenes al quehacer científico y profesional de ASOCIO, superó ampliamente las expectativas: **39 equipos inscritos** provenientes de 18 instituciones distintas, incluyendo **dos equipos internacionales**, respondieron a la convocatoria con creatividad, rigor y compromiso.

Uno de los aspectos más destacables de esta primera edición fue la **notable participación femenina**, que alcanzó aproximadamente el **43%** de los inscritos, reflejo del compromiso de ASOCIO con la **inclusión y la promoción del liderazgo de las mujeres en las ciencias aplicadas y la analítica de decisiones**.

De los equipos registrados, **18 completaron el reto y presentaron sus soluciones finales**, demostrando un nivel sobresaliente tanto en el análisis técnico como en la claridad de sus propuestas. Tras una evaluación rigurosa y detallada por parte del jurado, los resultados fueron los siguientes:

Categoría Principiantes

 **Primer lugar:** Equipo Exploding Gradients (Universidad EAFIT) – Valeria Cardona Velásquez, Samuel Rico Gómez y Gregorio Bermúdez Ocampo.

 **Segundo lugar:** Equipo OptiMind (Universidad de Antioquia) – Tatiana Ortiz Rojas, Juan Diego Arroyave Murillo y Sebastián Sánchez Álvarez.

 **Tercer lugar:** Equipo InduPeers (Universidad de Antioquia) – Daniela Alcázar Nieto, Esteffany Peña Puentes y Juliana Rueda Arango.

Mención especial / Cuarto lugar: Equipo Turing (Universidad Libre) – Daniel Esteban Pachón y Karen Daniela Pachón.

Categoría Principiantes

 **Primer lugar:** Equipo Ingeniosos – Iván Darío Gómez Marín.

ASOCIO expresa un **agradecimiento especial** a los miembros de la Asociación y a los **jurados externos** que acompañaron el proceso con dedicación, rigor y espíritu formativo, brindando valiosa retroalimentación a los participantes durante cada etapa del desafío.

El **Student Challenge ASOCIO 2025** no solo puso a prueba el conocimiento técnico de los estudiantes, sino también su capacidad para trabajar en equipo, analizar sistemas complejos y proponer soluciones innovadoras con impacto real.

Eventos como este reafirman el propósito de ASOCIO de **fortalecer la comunidad de Investigación de Operaciones en Colombia y Latinoamérica**, promoviendo el talento joven, la colaboración académica y la aplicación práctica de la ciencia en la toma de decisiones.

Sin duda, el futuro de la Investigación de Operaciones se vislumbra prometedor gracias al entusiasmo, la disciplina y la pasión de las nuevas generaciones que participaron en este primer gran desafío.

Pablo Andrés Maya – Profesor, Universidad de Antioquia

Nicolás Clavijo – Data Scientist Snoonu



Revoluciona: una década impulsando la Investigación de Operaciones desde Zarzal



Hace once años, en la Seccional Zarzal de la **Universidad del Valle**, nació una iniciativa que con el tiempo se transformó en una verdadera tradición académica: el **Encuentro Regional de Investigación de Operaciones – Revoluciona**.

Su origen se remonta a 2013, cuando los estudiantes de la asignatura Gerencia de Proyectos, guiados por la docente **Nancy Fabiola Gómez** y el apoyo del grupo de estudio **PROLOGYCA**, decidieron crear un espacio para promover la curiosidad científica, el pensamiento analítico y la aplicación práctica de la modelación matemática. Bajo el lema “Integrando disciplinas – mejorando organizaciones”, se realizó la primera edición, marcando el inicio de un camino que hoy suma más de una década de aprendizaje y evolución.

Desde entonces, Revoluciona ha mantenido su esencia: **fortalecer el espíritu investigativo y mostrar el poder transformador de la Investigación de Operaciones (IO)** en la toma de decisiones. A lo largo de sus **once versiones**, el evento ha recorrido temáticas que reflejan la diversidad y vigencia de esta disciplina. Se ha reflexionado sobre los métodos de resolución de problemas (“El método hace la diferencia”, 2014), la sostenibilidad y la ingeniería verde (2017), el impacto ambiental de las decisiones empresariales (2018) y la gestión del riesgo empresarial (2020).

Durante la pandemia, Revoluciona se adaptó con rapidez: su versión virtual de 2021 demostró que la tecnología puede ser aliada de la academia y permitió mantener viva la comunidad en torno a la IO. A partir de allí, el evento trascendió fronteras. En 2022 alcanzó carácter **internacional**, con conferencistas conectados desde **México, Uruguay, Perú, Panamá, Nicaragua y España**, abordando la transformación digital en la cadena de suministro. Ese mismo año, en una segunda edición, se centró en el multimodalismo y los retos logísticos post-pandemia.

La versión más reciente, en 2023, exploró uno de los temas más actuales: la **Inteligencia Artificial y su impacto en la toma de decisiones**, consolidando el carácter innovador y visionario que distingue a Revoluciona.

El evento ha dejado una huella profunda en la comunidad universitaria. Ha **fortalecido el grupo de investigación PROLOGYCA**, fomentado **trabajos de grado con enfoque analítico** y promovido la **participación de estudiantes en eventos nacionales e internacionales**. Además, ha contribuido al desarrollo de **competencias blandas** —liderazgo, comunicación, gestión de recursos y trabajo colaborativo— que complementan la formación técnica del ingeniero industrial.

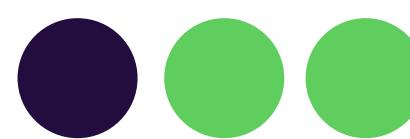
De un encuentro local a un espacio híbrido y global, Revoluciona ha demostrado que la Investigación de Operaciones no solo resuelve problemas: **enseña a pensar estratégicamente, a optimizar con propósito y a tomar decisiones que generan impacto real**. Hoy, este evento es un referente de cómo la academia puede innovar desde la región, inspirando a nuevas generaciones a usar la ciencia para mejorar organizaciones y transformar comunidades.

Desde la **Asociación Colombiana de Investigación de Operaciones (ASOCIO)**, celebramos con orgullo este esfuerzo sostenido de la Universidad del Valle – Seccional Zarzal. Revoluciona representa el espíritu de nuestra comunidad: la convicción de que, con rigor, creatividad y colaboración, la Investigación de Operaciones puede seguir **revolucionando la manera de aprender, decidir y construir futuro en Colombia**.

Juan José Bravo – Profesor, Universidad del Valle



Seminarios Itinerantes: fortaleciendo la comunidad de Investigación de Operaciones en Antioquia

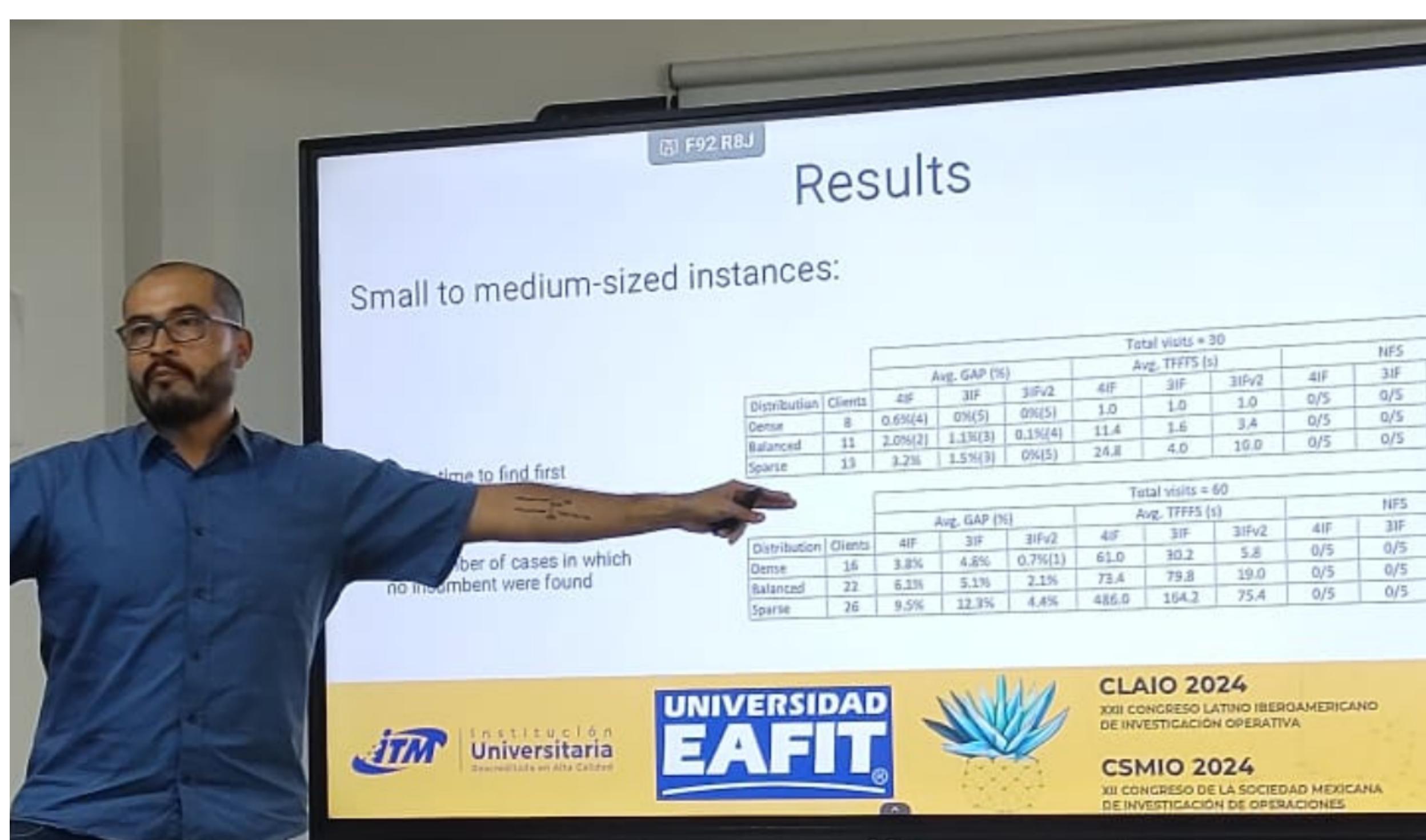


Con el propósito de **fortalecer los espacios de intercambio académico y colaboración entre la comunidad de Investigación de Operaciones en Antioquia**, desde el segundo semestre de **2024** se vienen desarrollando los **Seminarios Itinerantes**, una iniciativa que busca dinamizar el diálogo entre investigadores, docentes y estudiantes de distintas instituciones de la región.

Estos encuentros, de carácter rotativo, han abordado una amplia variedad de temáticas —desde ensayos previos a conferencias internacionales hasta aplicaciones de computación en paralelo— y se han convertido en un punto de encuentro para compartir avances, experiencias y aprendizajes.

A continuación, se presenta un resumen de las ediciones realizadas hasta la fecha:

* **Seminario Itinerante "CLAIO Rehearsals" (25 de octubre de 2024):** realizado en el **Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)**, este primer encuentro sirvió como espacio de preparación para los ponentes que participarían en el **Congreso Latinoamericano de Investigación de Operaciones (CLAIO)** en México. Los asistentes realizaron simulacros de presentación y recibieron retroalimentación constructiva para fortalecer sus exposiciones.

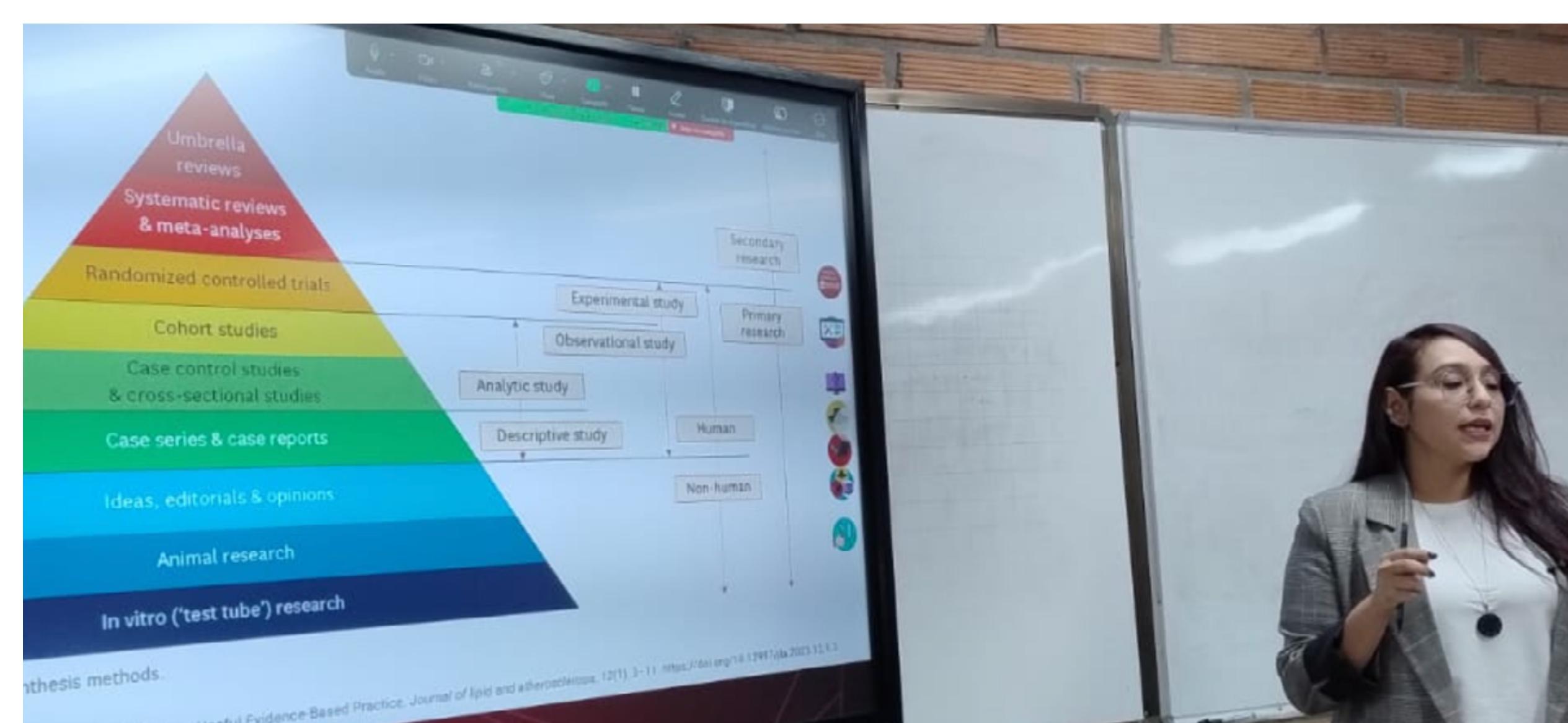


* **Seminario Itinerante "Estudiantes Universidad de Medellín" (8 de noviembre de 2024):** en la segunda edición del semestre, los **estudiantes de posgrado de la Universidad de Medellín** presentaron los avances de sus proyectos de investigación, fomentando el intercambio de ideas y la construcción colectiva de conocimiento.

* **Seminario Itinerante "Computación en Paralelo" (19 de marzo de 2025):** el primer seminario del año se desarrolló nuevamente en la **Universidad de Medellín** y estuvo dedicado a las **aplicaciones de la computación en paralelo** para optimizar tiempos de procesamiento en algoritmos complejos. Las presentaciones destacaron casos prácticos y herramientas que potencian la eficiencia computacional en el ámbito de la IO.



* **Seminario Itinerante "Investigadores Grupo ALIADO – UdeA" (29 de mayo de 2025):** por primera vez, el encuentro se realizó en la **Universidad de Antioquia**, donde los investigadores del grupo **ALIADO** compartieron el estado de avance de tres proyectos en curso, generando un valioso intercambio técnico y fortaleciendo la articulación entre grupos de investigación regionales.



En conjunto, estos **Seminarios Itinerantes** han contribuido a consolidar una **red académica activa y colaborativa**, que promueve la difusión del conocimiento y el fortalecimiento de capacidades en Investigación de Operaciones. Esta iniciativa reafirma el compromiso de ASOCIO y de las universidades participantes con la **formación continua, la cooperación interinstitucional y el desarrollo científico del país**.

Alejandro Arenas – Profesor, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín





Mujeres en I.O.

•••



En continuidad con la iniciativa **Mujeres Colombianas en Investigación de Operaciones**, el seminario ASOCIO de marzo de 2025 tuvo el honor de contar con la participación de la **profesora Gina María Galindo Pacheco**, Directora del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte.

Durante el encuentro, la profesora Galindo compartió los hitos más relevantes de su trayectoria académica y profesional: desde los orígenes de su vocación por la Investigación Operativa y su experiencia como becaria Fulbright, hasta su participación en el comité editorial de Socio-Economic Planning Sciences, sus labores como Review Editor de esta prestigiosa revista y su actual liderazgo como **Presidenta del Capítulo Latinoamérica y el Caribe de la Production and Operations Management Society (POMS)**. Revive la conversación completa con la profesora Galindo en nuestro canal de YouTube: <https://youtu.be/0hUx2DRITik>

Además de las conferencias anuales que nutren esta iniciativa, en la presente edición del boletín queremos **rendir un reconocimiento especial a la profesora Patricia Jaramillo Álvarez**, de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, por su destacada trayectoria y sus aportes al fortalecimiento de la comunidad científica de Investigación de Operaciones en el país.

Ingeniera Civil de la Universidad Nacional de Colombia y Doctora en Planificación y Gestión de Recursos por la Universidad Politécnica de Valencia (España), la profesora Jaramillo ha dedicado su carrera a **integrar la rigurosidad matemática con la comprensión del comportamiento humano en los procesos de toma de decisiones**.

Actualmente se desempeña como **Profesora Titular del Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión de la Facultad de Minas**, donde ha desarrollado una sobresaliente labor docente, investigativa y formativa. Su liderazgo se refleja en la consolidación de líneas de investigación interdisciplinarias y en la promoción de comunidades científicas activas en torno a la IO.

Su trabajo se centra en la **modelación matemática de los tomadores de decisiones** en contextos de optimización y simulación, incorporando elementos conductuales y cognitivos en los modelos clásicos. Entre sus áreas de interés destacan las **metaheurísticas, la optimización multiobjetivo, la lógica difusa, las teorías del comportamiento** y, más recientemente, el aprendizaje de máquina aplicado a la predicción del comportamiento de los decisores.

Más allá de su producción científica, la profesora Jaramillo ha contribuido de manera decisiva al **fortalecimiento de la comunidad de Investigación de Operaciones en Colombia**. Su compromiso se evidenció, entre otros logros, en su labor como **secretaria y organizadora del III Congreso Colombiano de Investigación de Operaciones** y de la I Conferencia Andina Internacional de Investigación de Operaciones, realizados en Cartagena del 14 al 19 de marzo de 2004. Dichos eventos marcaron un **hitó histórico** en la consolidación de la IO en la región andina, al reunir investigadores nacionales e internacionales y sentar las bases de la cooperación académica que hoy sigue fortaleciéndose bajo el liderazgo de ASOCIO.

Con su **trayectoria, rigor y vocación de servicio**, Patricia Jaramillo Álvarez encarna el espíritu de las mujeres colombianas que impulsan la ciencia, la analítica y la toma de decisiones basada en evidencia, contribuyendo al crecimiento de la Investigación de Operaciones como disciplina estratégica para el **desarrollo sostenible de Colombia y de la región**.

Juan G. Villegas – Profesor, Universidad de Antioquia





Tutoriales





Con el propósito de **divulgar los avances científicos** y promover la **actualización continua** en temáticas de interés para la comunidad de **Investigación de Operaciones (IO)**, **ASOCIO** desarrolla un programa permanente de **conferencias, tutoriales y charlas técnicas** abiertas a toda la comunidad académica.

Invitamos a nuestros lectores a **suscribirse al canal de YouTube**, (<https://www.youtube.com/@asociocolombia1141>) donde podrán acceder **gratuitamente** a una amplia colección de contenidos académicos, incluyendo los tutoriales realizados en los últimos años sobre distintos enfoques de modelación y simulación.

Tutorial: Simulación Basada en Agentes (Parte 1)

(<https://www.youtube.com/watch?v=aJYvly20Ewl>)

Como parte de la serie “**Tutoriales en Simulación**”, este espacio introduce los fundamentos de la **Simulación Basada en Agentes (SBA)**, una metodología que permite representar las interacciones entre entidades autónomas dentro de sistemas complejos.

El tutorial explica qué es la SBA y los tipos de problemas que pueden abordarse en campos como la **economía**, las **ciencias sociales** o la **biología**. Incluye además una **demostración práctica** basada en un autómata celular desarrollado con software libre, comparando un modelo físico con su versión basada en agentes. Finalmente, se presentan los **conceptos esenciales para comprender la Parte 2** de la serie. Se recomienda tener instalado el software **NetLogo**, disponible en <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>, para seguir el tutorial en tiempo real.

Tutorial: Simulación con Dinámica de Sistemas (Parte 1)

(<https://www.youtube.com/watch?v=aeaCFrbU3Xk>)

En continuidad con la serie “**Tutoriales en Simulación**”, este módulo aborda la **modelación mediante Dinámica de Sistemas**, una técnica poderosa para analizar **comportamientos continuos, retroalimentaciones y procesos de acumulación** en sistemas complejos.

El tutorial presenta los **principios teóricos básicos** de esta metodología y los ilustra mediante un **ejemplo aplicado a una cadena de abastecimiento**, desarrollado en un programa gratuito de dinámica de sistemas. Asimismo, ofrece las **bases conceptuales para la segunda parte** del tutorial, en la que se explorarán **aplicaciones prácticas en la toma de decisiones en logística y salud**.

ASOCIO invita a profesores, investigadores y expertos a seguir compartiendo su conocimiento a través de estos espacios, y a toda la comunidad a aprovecharlos como oportunidades para aprender, inspirarse y fortalecer juntos la Investigación de Operaciones en Colombia y Latinoamérica.

Juan José Bravo – Profesor, Universidad del Valle





Mi Tesis
en 500
Palabras



...



Título de la Tesis:

Periodic Capacitated Vehicle Routing Problem with Multiple Depots, Heterogeneous Fleet, and Hard Time-Windows: Exact and Matheuristic Methods

Nivel:

Doctorado en Ingeniería Matemática, Universidad Eafit

Autor:

Alejandro Arenas Vasco (alejandroarenas@itm.edu.co)

Directores:

Juan Carlos Rivera (jrivera6@eafit.edu.co)

Maria Gulnara Baldoquín (mariagulnarabp@gmail.com)



Esta tesis introduce una nueva formulación del Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) multi atributo: un VRP periódico capacitado con ventanas de tiempo, flota heterogénea y múltiples depósitos. El problema surge de las operaciones de una empresa de máquinas dispensadoras en Medellín, Colombia, que requiere optimizar las rutas de entrega semanales para más de 250 clientes y más de 1.000 visitas semanales.

Se desarrollaron tres formulaciones matemáticas y cinco enfoques matheurísticos. El problema involucra tomar decisiones para seis días, incluyendo cuándo atender a los clientes, atenderlos dentro de un marco de tiempo específico, desde múltiples depósitos y utilizando dos tipos de vehículos. Todas las formulaciones incluyen depósitos y clientes como nodos, y arcos como conexiones entre ellos. Decidir cuándo se atiende a los clientes hace que el problema sea más complejo y no separable.

La investigación presenta dos formulaciones iniciales de programación lineal entera mixta que difieren en sus variables de flujo. La primera formulación (4IF) usa variables de flujo con cuatro índices: dos para arcos, uno para vehículo y uno para día. La segunda formulación (3IF) elimina el índice del vehículo, usando solo tres índices, pero requiere variables binarias adicionales para asignar rutas a vehículos. Según los resultados experimentales, la 3IF funciona mejor que la 4IF.

Como ambas formulaciones escalan mal, se presenta una tercera formulación mejorada (3IFv2) que incorpora replicación de depósitos y variables continuas auxiliares. Esta usa variables de flujo similares a la 3IF pero sin necesidad de variables binarias adicionales. La formulación se mejora con técnicas de preprocesamiento y restricciones válidas, particularmente enfocadas en capacidad, fortaleciendo significativamente la relajación lineal.

Los experimentos computacionales se realizaron con instancias de diferentes tamaños según el número total de visitas: 30 para pequeñas, 60 para medianas y 90-120 para grandes. Cada grupo se generó 15 veces. Las formulaciones propuestas solo tuvieron buen desempeño en instancias pequeñas. La 4IF encontró seis soluciones óptimas, la 3IF once y la 3IFv2 catorce, con GAPs promedio inferiores al 2%. En instancias medianas solo se encontró una solución óptima (por la 3IFv2) con GAPs promedio superiores al 2.4%. En instancias grandes no se encontraron soluciones óptimas y algunas formulaciones no pudieron encontrar soluciones factibles después de una hora.

Basándose en estas formulaciones, se desarrollaron cinco enfoques matheurísticos. Comenzando con descomposición patrón-primer ruta-segundo (Matheurística 1), se incorporan progresivamente verificaciones de factibilidad incorporando un problema de Bin Packing (Matheurística 2), estrategias inteligentes de exploración de patrones (Matheurísticas 3 a 5) y un post-optimizador usando set partitioning.

La matheurística final, con post-optimización, logra un GAP promedio de 0.04% y encuentra 57 mejores soluciones conocidas de 60 instancias de prueba, superando a los métodos exactos existentes. Aunque persisten limitaciones para instancias muy grandes (no se pudo resolver la instancia real), los resultados proporcionan direcciones prometedoras para desarrollar métodos híbridos para problemas a escala industrial, ofreciendo soluciones prácticas que mantienen calidad y eficiencia computacional.





Título de la Tesis:

On the multifaceted complexities of fair resource allocation problems in network systems and how to address them via mathematical programming

Nivel:

Ph.D. in Industrial and Systems Engineering – University of Oklahoma

Autor:

Samuel Rodríguez-González

Consultant, Operations Research and Advanced Analytics – American Airlines, Fort Worth, Texas, US

Directores:

PhD. Andrés D. González (andres.gonzalez@ou.edu)

University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, US,

PhD. Camilo Gómez (ch.gomez@uniandes.edu.co)

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia



La distribución justa de recursos es un reto permanente en la sociedad moderna. Más allá de la eficiencia económica, las decisiones de asignación determinan quién accede a oportunidades, bienestar o servicios esenciales. Sin embargo, el concepto de "distribución justa" es difícil de definir y aún más de operacionalizar. Mi tesis doctoral propone un marco analítico que integra distintas nociones de equidad y eficiencia dentro de modelos de optimización aplicables a sistemas complejos, desde redes de energía y agua hasta políticas públicas de distribución de bienes.

La primera etapa desarrolla una revisión integrativa de la literatura sobre justicia y equidad en problemas de asignación. Se sistematizan definiciones, axiomas y métricas clásicas (proporcionalidad, envidia, equitabilidad), junto con medidas de desigualdad como los índices de Gini, Jain y Theil. Además, se introducen métricas comparativas como el Precio de la Equidad y el Precio de la Elección —este último propuesto en mi trabajo—, que cuantifican el "costo" de adoptar distintas doctrinas de justicia, comparándolas sin sesgos normativos.

La segunda fase formula un modelo multiobjetivo de optimización lineal entera-mixta para analizar los compromisos entre equidad y eficiencia. Este modelo identifica cómo diferentes nociones de justicia alteran la frontera eficiente y los patrones de distribución, demostrando que no existe una métrica universalmente superior: cada esquema refleja valores éticos y prioridades distintas.

El tercer componente aborda la descentralización de decisiones, mediante un modelo bi-nivel tipo principal–agente. Se estudia cómo la autonomía local y los incentivos pueden modificar los resultados globales de equidad, un aspecto especialmente relevante en contextos donde varias entidades —como operadores, municipios o empresas— comparten recursos comunes, un escenario frecuente en América Latina.

Finalmente, la tesis extiende el marco al entorno de incertidumbre, aplicando optimización estocástica y aproximaciones por muestreo. Este enfoque evalúa la robustez de las políticas de asignación frente a cambios imprevistos en la demanda, la capacidad o la percepción de utilidad de los usuarios.

En conjunto, estos trabajos consolidan una visión de la equidad en la distribución de recursos no solo como principio ético, sino también operativo. El marco propuesto ofrece herramientas para diseñar políticas justas, eficientes y resilientes en sistemas interdependientes. Su aplicabilidad abarca desde la gestión de infraestructura crítica hasta la asignación de subsidios o recursos en emergencias. En el contexto colombiano —donde la desigualdad regional y la escasez de recursos son desafíos persistentes—, estas metodologías pueden contribuir a decisiones más informadas, transparentes y socialmente aceptables.





Título de la Tesis:

Trazabilidad en la Gestión de Operaciones y la Cadena de Abastecimiento de los Planes Colectivos Colombianos Enmarcados en la Responsabilidad Extendida del Productor

Nivel:

Maestría en Ingeniería, Universidad de Antioquia

Autor:

Jorge Mario Castrillón Ocampo (jmario.castrillon@udea.edu.co)

Directores:

Ph.D. Pablo Andrés Maya Duque (pablo.maya@udea.edu.co)

Ph.D. Gloria Lucía Ramírez Córdoba (glorial.ramirez@udea.edu.co)



Colombia está impulsando la transición hacia una economía más circular, implementando políticas y normas ambientales que buscan reducir los residuos y maximizar el aprovechamiento de materiales. Entre ellas, la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para envases y empaques, que exige a las empresas asumir la gestión posconsumo de estos materiales que se introducen al mercado. Este marco regulatorio ha transformado la cadena de abastecimiento, al requerir no solo la recolección y transformación del material, sino también al exigir la trazabilidad que permita a los responsables mostrar el origen del material que se transforma. En este contexto, apareció el proyecto Alianza Circular, financiado por el Fondo de Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Regalías, con el fin de generar y transferir conocimiento sobre la gestión de empaques y envases, y que apoyó esta investigación.

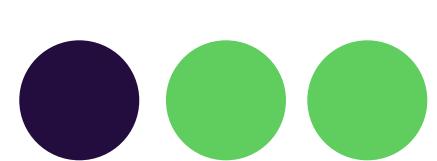
El trabajo tuvo como propósito analizar el desarrollo del sistema REP de envases y empaques en Colombia y proponer una metodología de trazabilidad que facilite su operación bajo principios de transparencia, cumplimiento normativo y eficiencia logística. El

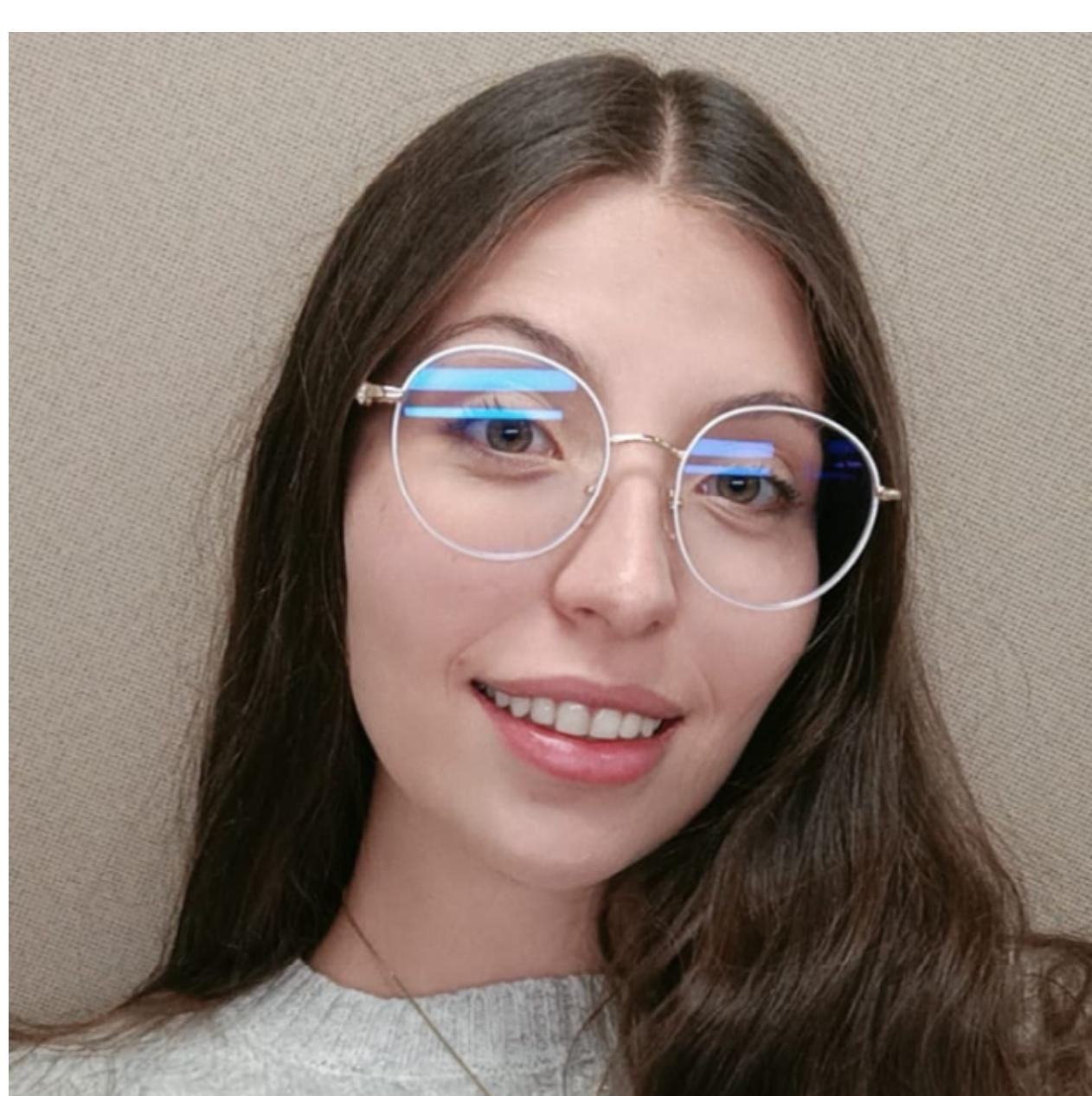
estudio combinó una visión estratégica, centrada en el comportamiento prospectivo del mercado, con una visión operativa, enfocada en la caracterización y trazabilidad de los flujos dentro de la cadena de abastecimiento.

Desde el enfoque estratégico, mediante un modelo de dinámica de sistemas, se simularon distintos escenarios y se consideraron condiciones como el crecimiento de los planes colectivos, la competencia entre gestores y transformadores, y la evolución de los costos de recolección y certificación. Los resultados mostraron dos fases clave: una inicial de expansión, impulsada por el ingreso de nuevos actores, y una segunda fase de estabilización y concentración del mercado conforme se alcanzan las metas normativas de recolección, cobertura geográfica y transformación del material recuperado. Este análisis pretende anticipar los efectos de la política pública sobre la estructura y sostenibilidad del sistema REP de envases y empaques y el comportamiento de la cantidad de organizaciones en el mercado a lo largo del tiempo.

En la dimensión táctica y operativa, la investigación caracterizó la red de actores (productores, gestores, transformadores, planes colectivos y autoridades ambientales) y los relacionó mediante los diferentes flujos que ocurren en el sistema. A partir de este diagnóstico, se diseñó una metodología de trazabilidad apoyada en una herramienta digital que integra procesos de registro, validación y generación de informes, permitiendo rastrear el origen, movimiento y destino de los materiales recuperados. La propuesta incluyó la definición de requisitos funcionales para un aplicativo que soporte la operación de los planes colectivos, garantizando el balance de masa, la integridad de los datos y la generación de reportes exigidos por la autoridad ambiental.

El trabajo concluye que la trazabilidad constituye un elemento clave para la efectividad del sistema REP, al fortalecer la coordinación entre actores, asegurar el cumplimiento normativo y la optimización del uso de recursos. La metodología propuesta facilita la implementación de herramientas digitales para el seguimiento de materiales y contribuye a consolidar un modelo de economía circular más competitivo y sostenible en el sector.





Título de la Tesis:

Programación Dinámica de citas de Consulta Externa: Implementación de Overbooking y Reducción de Sesgos Algorítmicos.

Nivel:

Pregrado de Ingeniería Industrial - Pontificia Universidad Javeriana

Autores:

Juan Diego Díaz Posada (diazp.jd@javeriana.edu.co)

Tatiana Quiroga Lecompte (tatiana-quirosa@javeriana.edu.co)

Laura Geraldine Caro Fonseca (caro_l@javeriana.edu.co)

David Andrés Tovar Barrera (davidatovar@javeriana.edu.co)

Directores:

Eliana María González Neira, Ph.D., (eliana.gonzalez@javeriana.edu.co)

David Barrera Ferro, Ph. D., (barrera-o@javeriana.edu.co)



En el entorno hospitalario, el ausentismo en citas médicas es perjudicial para la eficiencia del sistema, la experiencia del paciente y el uso adecuado de recursos como personal, equipos y espacios. Tradicionalmente, los gestores de servicios de consulta externa siguen uno de dos enfoques: campañas para modificar el comportamiento de los pacientes (por ejemplo, recordatorios automáticos) o formas alternativas de asignar recursos orientadas a mitigar el impacto de la inasistencia (por ejemplo, técnicas de sobre agendamiento). Sin embargo, la adopción de técnicas de Overbooking trae consigo consecuencias no deseadas, tales como el aumento en los tiempos de espera y la sobrecarga de los profesionales de la salud. Este trabajo integra aprendizaje de máquina y aprendizaje por refuerzo para diseñar políticas de sobre agendamiento considerando tanto probabilidades individuales de inasistencia como equidad en el acceso al servicio.

En primer lugar, usando datos de 104.176 citas médicas asignadas en un periodo de 2 meses, se entrenó un Random Forest, para la estimación individual de probabilidades de inasistencia. Encontra-

mos un AUC de 0,75 en un proceso de validación cruzada de 10 por 10. Sin embargo, debido a su sub representación en la base de datos, se identificó y cuantificó un sesgo algorítmico hacia pacientes del régimen subsidiado: el algoritmo mostraba tasas de error más altas en la clasificación de dichas pacientes. En consecuencia, se adoptó una aproximación de corrección durante el entrenamiento usando FairLearn, mejorando la equidad sin comprometer el desempeño del modelo.

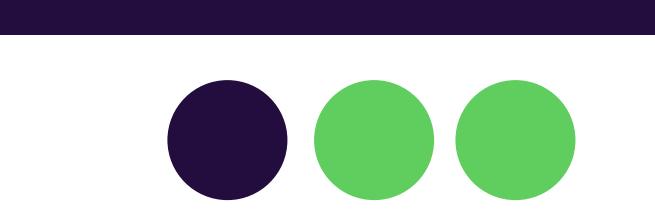
En segundo lugar, con las probabilidades de inasistencia obtenidas, se diseñó un sistema de agendamiento dinámico utilizando los algoritmos Q-Learning y SARSA, considerando un Proceso de Decisión de Markov. Los estados representan la ocupación de los slots de atención, las acciones corresponden a asignaciones directas o con Overbooking, y las recompensas se definen en función de la asistencia efectiva y la penalización por sobrecupo.

Finalmente, la validación se realizó mediante simulación de eventos discretos, comparando los resultados con un escenario base FIFO (First In, First Out). Se evaluaron métricas como ocupación, riesgo de agendamiento cruzado, o que lleguen dos pacientes al tiempo, número de pacientes agendados, pacientes en espera y proporción de pacientes protegidos y no protegidos en demora. Los resultados mostraron que Q-Learning logró un equilibrio entre eficiencia operativa y equidad, mientras que SARSA presentó mayor disposición al Overbooking, al igual que un aumento en la congestión del sistema.

A nivel cuantitativo, Q-Learning alcanzó un riesgo de agendamiento cruzado de aproximadamente 15% con un paciente adicional a los 20 esperados, cumpliendo con el objetivo establecido. Al incrementar el número de pacientes, el agendamiento del sistema llega hasta 100.90%, mientras que SARSA alcanza 111.28%, con un riesgo de cruce superior al 70%. Adicionalmente, ambos algoritmos mejoran la ocupación respecto al sistema FIFO (86%) a largo plazo, sin comprometer la calidad del servicio. Dado que el impacto de la metodología diseñada depende de los niveles de inasistencia del servicio estudiado, se hicieron experimentos computacionales variando dichos niveles y encontrando mejoras en la utilización sin comprometer la calidad del servicio.



Eventos



CLAIO – Congreso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa



El **Congreso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa (CLAIO)** es el evento insignia de la **Asociación Latino-Iberoamericana de Investigación Operativa (ALIO)**. Desde 1982, este encuentro bienal ha recorrido distintas ciudades de América Latina, consolidándose como un espacio de referencia para investigadores, profesionales y estudiantes interesados en compartir los más recientes avances en teoría, metodología y aplicaciones de la **Investigación Operativa**.

La **vigésima tercera edición del CLAIO** se llevará a cabo en **Bogotá, del 23 al 26 de noviembre de 2026**, bajo la organización conjunta de la **Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad del Valle, la Universidad de Antioquia y ASOCIO**. En esta ocasión, el evento se realizará de manera simultánea con el **VI Congreso ASOCIO**, fortaleciendo los lazos de colaboración académica entre comunidades nacionales y regionales.

Será la **segunda vez que Colombia alberga el CLAIO**, luego de la exitosa edición de 2008 en Cartagena. En 2024, ASOCIO celebró su **décimo aniversario**, consolidándose como el principal punto de encuentro de los grupos de investigación, profesionales y estudiantes del país. Durante esta década, la asociación ha impulsado múltiples iniciativas —entre ellas, su **Congreso bienal**, que en 2024 celebró su quinta versión—, reafirmando su compromiso con la difusión y el crecimiento de la disciplina.

Para nuestra comunidad, estos congresos representan mucho más que un espacio académico: son escenarios donde los estudiantes presentan sus trabajos, reciben retroalimentación en un entorno constructivo y encuentran inspiración para seguir expandiendo las fronteras del conocimiento.

El **CLAIO-ASOCIO 2026** será una **vitrina privilegiada** para mostrar el crecimiento, la madurez y el talento joven de la comunidad colombiana ante colegas de toda la región.

Invitamos a todos los miembros de ASOCIO y, en general, a la comunidad nacional de Investigación Operativa a participar activamente: presentando sus trabajos, organizando sesiones temáticas o colaborando en la logística del evento. Será una **oportunidad única** para compartir conocimiento, fortalecer vínculos y proyectar al mundo la **excelencia académica y humana** que distingue a nuestra comunidad.

Mantendremos información actualizada en nuestra página web y estaremos atentos a sus consultas a través del correo **CLAIO-ASOCIO-2026@javeriana.edu.co**.

David Barrera Ferro, Profesor, Pontificia Universidad Javerian, Bogotá.

Elena Valentina Gutierrez, Profesora, Universidad del Valle

Juan G. Villegas, Profesor, Universidad de Antioquia



23-26 Nov 2026

Conference dates

1 November 2025

Opening of abstract submissions

31 March 2026

Deadline for abstract submissions

30 April 2026

Acceptance /Rejection notification

Organized by:

HOpE R – Escuela Doctoral en Investigación de Operaciones en Salud



Entre el **18 y el 22 de agosto de 2025** se llevó a cabo la **segunda edición de la HOpE R School**, una escuela doctoral dedicada a la **Investigación de Operaciones en sistemas de salud**, orientada a fortalecer las capacidades investigativas y fomentar la colaboración interdisciplinaria frente a los desafíos crecientes del sector. **El Grupo de Trabajo en Salud de ASOCIO** hizo parte del comité organizador, reafirmando el compromiso de la asociación con la formación avanzada y la proyección internacional de la comunidad académica colombiana.

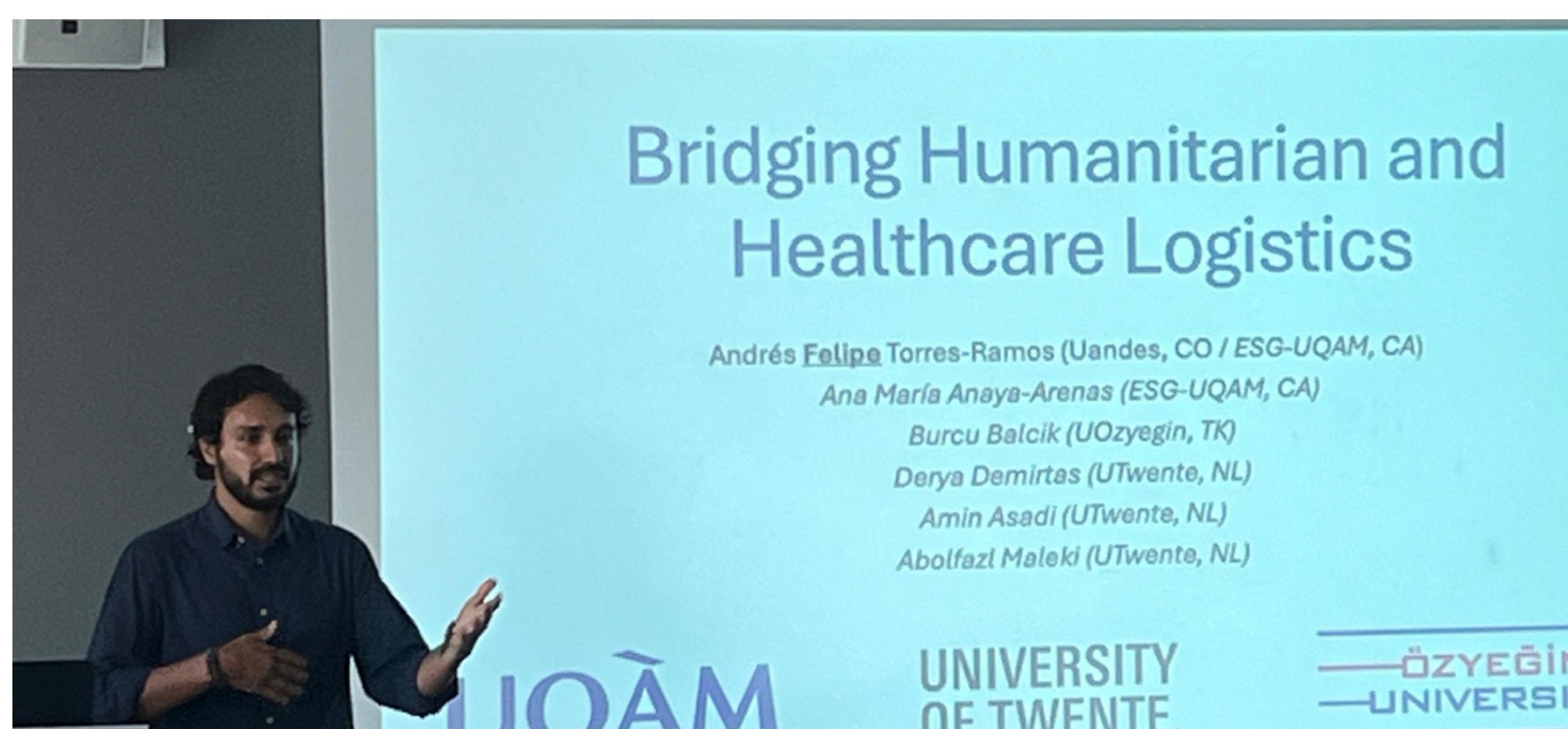
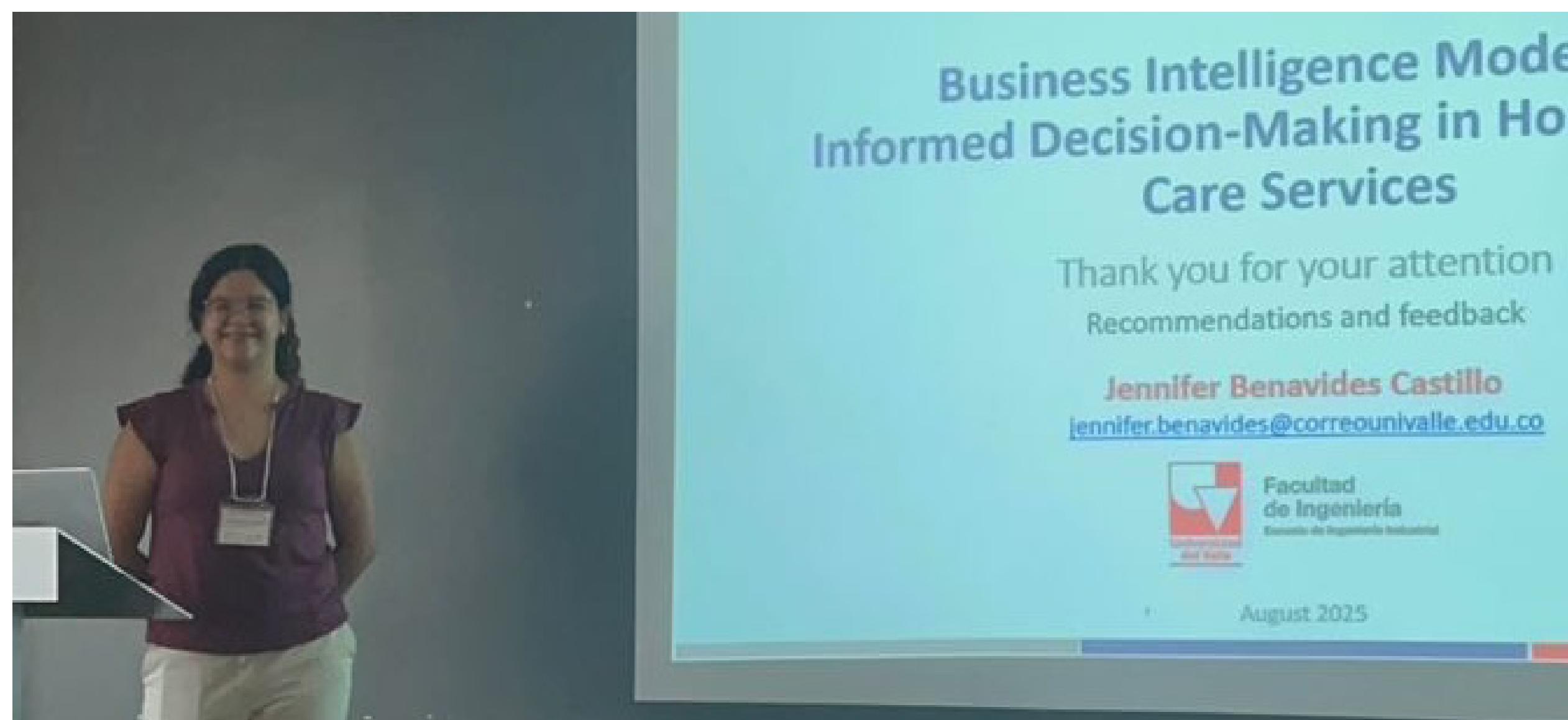


HOpE R (Health Operational Research) es la primera escuela de posgrado en optimización de sistemas de salud en las Américas, co-creada por investigadores de **Colombia y Canadá**. Su propósito es brindar formación especializada en los principales problemas, metodologías y enfoques de solución en **Investigación Operativa aplicada al sector salud**, promoviendo el análisis riguroso y el desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones en entornos **clínicos, hospitalarios y comunitarios**.

La primera edición de la escuela se realizó en **noviembre de 2022 en la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá)**. En esta segunda edición, la sede fue la École des sciences de la gestion de la **Université du Québec à Montréal (ESG UQAM)**, bajo la dirección de los profesores **Ana María Anaya-Arenas y Janosch Ortmann**.

El evento reunió a estudiantes y académicos de distintas disciplinas, consolidándose como un espacio privilegiado para la **formación avanzada, el intercambio de experiencias y la creación de redes de colaboración internacional**. Entre los profesores invitados se destacaron **Beste Kucukyazici** (Smith School of Business, Queen's University), **Nadia Lahrichi** (Polytechnique Montréal), **Houra Mahmoudzadeh** (University of Waterloo), **Ángel Ruiz** (Université Laval) y **Peter T. Vanberkel** (Dalhousie University), quienes compartieron sus más recientes investigaciones y perspectivas sobre la aplicación de la IO al ámbito sanitario.

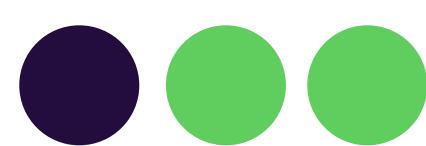
En representación de Colombia participaron **tres estudiantes de doctorado: Jennifer Benavides Castillo** (Universidad del Valle), **Laura Escobar** (Pontificia Universidad Javeriana) y **Andrés Torres** (Universidad de los Andes), **beneficiarios de una beca otorgada por el Grupo de Trabajo en Salud de ALIO**, con financiación de la **International Federation of Operational Research Societies (IFORS)**, que hizo posible su participación en este importante espacio académico internacional.



La **HOpE R School** continúa consolidándose como un **referente hemisférico** en la formación de nuevas generaciones de investigadores en Investigación de Operaciones aplicadas a la salud, promoviendo una comunidad científica más conectada, interdisciplinaria y comprometida con la toma de decisiones basada en evidencia.

David Barrera Ferro, Profesor, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Elena Valentina Gutierrez, Profesora, Universidad del Valle



ICPR 28 – Un encuentro internacional de alto impacto en producción e investigación aplicada



La **Universidad de La Sabana** fue sede de un evento sin precedentes en América Latina: la **28th International Conference on Production Research (ICPR 28)**.

Durante los días **14, 15 y 16 de julio de 2025**, el campus universitario reunió a **más de 250 investigadores, expertos de la industria y académicos** para dialogar y compartir perspectivas sobre los retos globales en **producción sostenible, logística, tecnología, inteligencia artificial y ciencia aplicada**.

El congreso contó con una **destacada lista de conferencistas internacionales** que inspiraron a los asistentes con sus investigaciones y experiencias:

- * **Dra. Alice Smith**, sobre aplicaciones de drones en sistemas de producción y gestión de almacenamiento.
- * **Dr. Chin-Yin Huang**, acerca de ontologías de manufactura centrada en la persona.
- * **Dr. Stefan Minner**, con aportes sobre redes de cadenas de suministro.
- * **Dr. Alexandre Dolgui**, sobre proyectos europeos en inteligencia artificial e investigación en producción.
- * **Dr. Djerdj Horvat**, sobre el estado de madurez (readiness) para la adopción de IA en manufactura.

Como parte del programa académico, se llevó a cabo un **Workshop Doctoral** dirigido por el profesor **Chin-Yin Huang**, en el cual los estudiantes de doctorado tuvieron la oportunidad de presentar sus avances de investigación, recibir retroalimentación experta y establecer valiosas conexiones para su desarrollo académico y profesional.

La **Asociación Colombiana de Investigación de Operaciones (ASOCIO)** tuvo una **notable participación** en los tracks de **cadena de suministro, programación de operaciones (scheduling)**, y en las sesiones dedicadas a **aplicaciones en salud y logística humanitaria**.

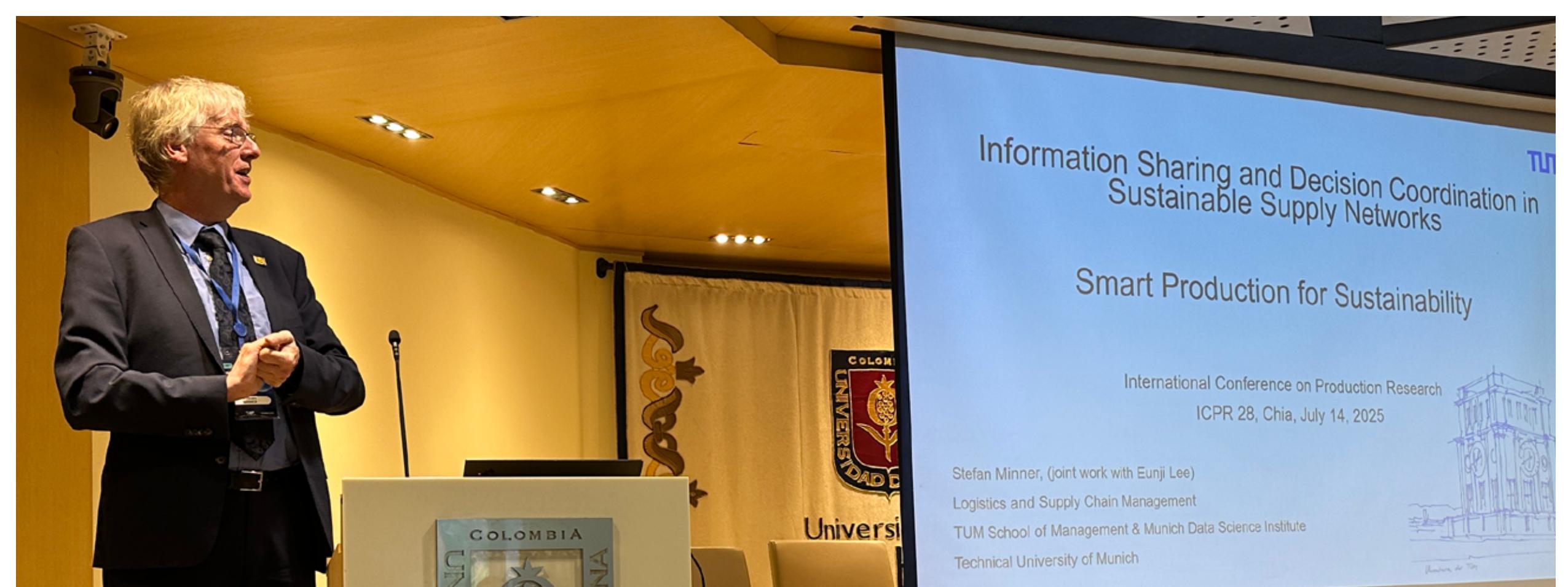


Entre los espacios más destacados se encuentran los paneles temáticos:

El panel "**Women in Production Research**", con la participación de **Alice Smith, Isabel Agudelo y Diana Guzmán**, moderado por la **Dra. Nubia Velasco**, fue un escenario de reflexión sobre el liderazgo, la equidad y la creciente participación de las mujeres en la construcción del futuro de la producción en la era de la inteligencia artificial. Las panelistas compartieron experiencias personales, perspectivas profesionales y un llamado a continuar promoviendo la inclusión y la mentoría en la comunidad científica.

El panel "**IA en el cuidado de la salud**", patrocinado por el **Unisabana Center for Translational Science (UCTS)**, abordó el papel transformador de la inteligencia artificial en la toma de decisiones, la ética y el diseño de sistemas en el ámbito sanitario, abriendo interrogantes clave para la investigación y la práctica futura.

ICPR 28 reunió participantes de todo el mundo, provenientes de **América Latina, Estados Unidos, Canadá, Alemania, Austria, Reino Unido, Francia, Italia, Finlandia, Rumanía, Turquía, Filipinas, Taiwán, China, Corea del Sur y Japón**, entre otros países.



Además de las sesiones académicas, el evento ofreció **momentos memorables**, como la **cena de gala en la Catedral de Sal de Zipaquirá** y la **visita técnica a la plataforma de crossdocking de Coordinadora Mercantil**.

El congreso contó con el respaldo de la **International Foundation for Production Research (IFPR)**, la **Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana**, el **Unisabana Center for Translational Science (UCTS)**, **ASOCIO**, **Unisabana 360 e Invest in Bogotá**, cuyo apoyo fue clave para el éxito del evento.

Este encuentro fue **promovido y dirigido por el profesor Gonzalo Mejía**, miembro del Consejo Directivo de ASOCIO, quien expresó al cierre:

"El ICPR 28 ha concluido y no podríamos estar más agradecidos por este encuentro académico enfocado en la investigación. Sigamos fortaleciendo esta comunidad global de investigadores e innovadores. ¡Hasta el ICPR 29 en Corea del Sur!"

Canales de Comunicación y Procesos de Afiliación y Pago

Invitamos a toda la comunidad a contactar a ASOCIO a través de las cuentas de correo electrónico habilitadas desde el 2022 para **mejorar las comunicaciones**. Por favor utiliza las siguientes cuentas de correo según tus necesidades. Escribe a:

Información ASOCIO: info@asociocolombia.org

para todas tus consultas de tipo general.

Tesorería ASOCIO: tesoreria@asociocolombia.org

para todos los trámites de generación de facturas y pagos.

Comunicaciones ASOCIO: comunicaciones@asociocolombia.org

para la difusión de actividades, invitaciones a la comunidad e información del Boletín.

¡Afíliate, es muy fácil!



Membresía Estudiantil



Membresía Individual



Membresía Institucional

ASOCIO ofrece tres tipos de membresías para afiliarse:

Estudiantil, Individual e Institucional. Para las afiliaciones Estudiantil e Individual, solo es necesario diligenciar el formulario, realizar el pago y enviar el comprobante a tesoreria@asociocolombia.org Para la membresía institucional, es necesario seguir los pasos descritos en nuestra página web, en la sección Afílliate.

Toda la información de las membresías, los valores y los procedimientos de afiliación se encuentran en <http://asociocolombia.org/site/afiliate/>

Recuerda que en nuestra página web www.asociocolombia.org encuentras toda la información de la Asociación, y puedes inscribirte también en nuestra lista de correos para recibir información de la comunidad. Encuéntranos también en:

<https://www.facebook.com/asociocolombia>

<https://www.instagram.com/asociocolombia/>

<https://www.youtube.com/channel/UCRU8vfMArghDfkeBq1ABMeQ>

<https://twitter.com/asociocolombia>