



# Sistemas de Ingeniería en Grupo UDEC

Cuando el ISCI postuló al Programa de financiamiento Basal de Conicyt hace un año, contempló en el proyecto el patrocinio de un grupo de académicos de la Universidad de Concepción. Alejandro Tudela, Luis Moran, Lorena Pradenas, Claudio Roa, Juan Antonio Carrasco y Carlos Mora han venido desarrollando interesantes proyectos de ingeniería en sistemas en distintas áreas, con un componente especial que los identifica y les da valor: todos hacen investigación integrando aspectos psicológicos y sociales en éstas. Los trabajos de Alejandro Tudela en transporte y Lorena Pradenas en salud, ejemplifican esta cualidad.



Alejandro Tudela es ingeniero civil de la Universidad de Chile.

## Psicología para el transporte

Alejandro Tudela es ingeniero civil de la Universidad de Chile, pero ejerce como académico de la Universidad de Concepción hace más de una década. Durante el 1994 y 1999 vivió en Inglaterra, país del cual volvió como Master y Ph.D al área de Transporte del Departamento de Ingeniería Civil de la UDEC.

### ¿Por qué te fuiste a Concepción?

Buscando una oportunidad académica y se abrió este cupo, entonces decidí dejar mi trabajo en Metro S.A. para partir a la UDEC.

### ¿Cuál es tu línea de trabajo?

Yo trabajo en técnicas multi-criterio, que consiste en evaluar la toma de decisiones en base a diferentes criterios. Particularmente lo que hago es tratar de estimar la importancia relativa de un criterio usando preferencia declarada aplicada en la toma de decisiones en transporte. Es decir, tengo que decidir entre diferentes posibles proyectos o escenarios y determinar con cuál me quedo. A veces hay problemas ambientales, económicos o sociales asociados a estas decisiones en transporte y cada uno de esos criterios tiene cierto peso, entonces, dado los pesos que se le asignan a esos criterios se puede elegir tal o cual proyecto o escenario.

Por ejemplo, si quieres comprar una casa y tienes 5 posibles casas, un criterio es la cercanía al trabajo, otro es el entorno, otro puede ser el número de habitaciones, pero cada uno de esos criterios tiene un peso relativo importante para ti, a lo mejor que quede lejos te da lo mismo o también es importante el entorno. La técnica multi-criterio se usa para evaluar diferentes proyectos.

### ¿Has trabajado con alguna empresa o algunos servicios en la aplicación de esto?

Con empresas en proyectos específicos y cosas muy pequeñas. Lo que pasa es que en Chile el estándar es aplicar el criterio costo-beneficio en el cual evalúas económicamente todo el proyecto y eso es tan sólo una de las consideraciones a tomar. Por eso empecé a trabajar con preferencias declaradas.

### ¿Qué es una preferencia declarada?

Cuando uno estudia las preferencias de las personas, se adentra, por ejemplo, en lo que la gente hizo o dejó de hacer; si viajó en bus, en tren o en auto. Pero cuando un proyecto no está

disponible y quieres evaluar su posible impacto tienes que hacer una preferencia declarada, que consiste en preguntar hipotéticamente a un grupo de personas en qué viajaría.

#### ¿Qué otras líneas de investigación tienes?

Cuando uno estima un modelo de demanda, usualmente estima ciertos coeficientes y constantes que reflejan las cosas no medidas por el tiempo, el costo y la comodidad. A veces las constantes pesan mucho más que otras cosas, y ahí es bueno preguntarse qué dice la constante. En la constante está el hábito, el afecto, la actitud de una persona o factores especiales. ¿Cómo explicitar esos elementos dentro de la demanda? Eso es muy importante en política de transporte, porque en una inversión para promover el uso del bus y desincentivar el del auto, por ejemplo, puede fallar porque algunas personas tienen una cosa afectiva con el auto; les significa independencia, poder, tantas cosas.

Es interesante ir redescubriendo, si uno revisa la literatura de hace 20 años ya se sabía cuán importante era la barrera psicológica en la toma de decisiones. Entonces lo que yo he hecho es ir a la psicología y buscar dentro de los diferentes marcos teóricos el más apropiado para estudiar el rol de estas variables latentes en transporte y poder saber si el individuo valora más o menos y bajo qué circunstancias un posible proyecto o cambio.

#### ¿Trabajas con un grupo multidisciplinario?

Si, trabajamos con economistas, un psicólogo social e ingenieros.

#### ¿Es usual este vínculo tan estrecho entre la ingeniería y las ciencias sociales?

Esto se hace cada vez más explícito. Yo creo que el primer vínculo surgió con la economía, me refiero a la economía y las ciencias sociales, y luego al transporte mediante el comportamiento logístico y, ahora, porque se relaciona con la sociología y psicología como disciplina que están aportando a entender por qué la gente hace lo que hace o no hace lo que uno espera que haga.

Antes siempre se les preguntaba opiniones a las personas pero no estaba estructurado. Si uno aplica una encuesta en este momento, la estructura para que se pueda identificar claramente la componente afectiva, la componente social y la componente actitudinal. En algunos grupos el rol social impone. La psicología social entrega herramientas que permiten indagar y descubrir las normas restrictivas del entorno que pueden pesar más que, por ejemplo, el auto contexto.

#### ¿Qué herramientas metodológicas utilizas?

Econometría y mucho estudio de caso. El trabajo tiene un gran componente empírico, hay que hacer mucha encuesta y en base a eso determinar comportamiento, actitudes, etc.

#### ¿Por qué crees que es importante investigar en esta área?

Si uno considera lo que la comunidad necesita, además de que el medio de transporte sea sustentable, ambientalmente amigable, socialmente equitativo y económicamente rentable, tienes que hacer explícito esos elementos que están influyendo en las decisiones: Puedes gastar una millonada de plata en un sistema y al final nadie usa. O no lo usa como era esperado. Todo esto apunta a tomar mejores decisiones a nivel individual o a nivel gubernamental, puesto que no se puede obligar a la gente a cambiar de hábitos, sólo se puede leer las señales que te da.



Lorena Pradenas Rojas,  
académica del Departamento  
de Ingeniería Industrial de la  
Universidad de Concepción.

---

## Gestión táctica y operativa de servicios

Lorena Pradenas Rojas es académica del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Concepción. Entre sus múltiples proyectos relacionados con la industria y los servicios, destaca la programación de operaciones en hospital, concretamente, la programación de máquinas de exámenes en laboratorio y de pabellones quirúrgicos. El objetivo de este último era mejorar la atención pública del Hospital Regional de Concepción.

En esta tarea, que emprendió con la colaboración de Francisco Vidal, Ricardo Becerra, Exequiel Matamala, se encontró con algunas restricciones, como que la demanda de hospitales sobrepasa capacidad de infraestructuras, no obstante la ley obliga a una rápida atención de urgencias. Por eso, concretamente, la ingeniera quiso elaborar un sistema que permitiera disminuir los tiempos de espera de pacientes, con los recursos disponibles.

Otras consideraciones tienen que ver con el tiempo: No existen dos intervenciones quirúrgicas del mismo tipo con la misma duración, puesto que cada paciente es un individuo con características propias; además la disponibilidad diaria por pabellón es sólo de ocho horas y el Pabellón 1 está destinado exclusivamente a urgencias. Los once restantes se usan para intervenciones programadas y esas programaciones se realizan manualmente; se suma a esto la lista de reserva de pacientes para reemplazar operaciones de pacientes que no se pudieron realizar, y así, suman y siguen las consideraciones para

diseñar y desarrollar un algoritmo que permita optimizar la programación de pabellones quirúrgicos en el Hospital Regional de Concepción.

Para ello se dividió la labor en dos pasos: Programación semanal de cirugías, para el cual se usó un modelo matemático de programación lineal entera, y la asignación de cirujanos para las cirugías determinadas en el paso anterior, mediante heurística.

Como conclusión, el programa diseñado permitiría reducir los tiempos de espera de las urgencias, puesto que la atención se haría en relación al nivel de urgencia de las intervenciones. Además, el número de cirugías programadas con la solución propuesta, aumenta en comparación a la programación actual, alcanzando incluso, un 17,53% más en algunos casos. El programa puede adaptarse fácilmente a distintas configuraciones de programación, como días destinados a ciertas especializaciones, número de días a planificar, intervenciones candidatas a considerar, número de cirujanos y de pabellones.

Si bien este proyecto no ha sido implementado aún, la académica cree sería un cambio positivo, aun cuando cuesta adaptarse a éstos, especialmente si se ha trabajado de una determinada manera por mucho tiempo.

### ¿Cuáles son las herramientas metodológicas que implementas en tus investigaciones por lo general?

Uso de metaheurística y heurísticas y en casos de instancias pequeñas (problemas reales) con métodos exactos.

### ¿Por qué es importante investigar en tu área?

Porque al encontrar métodos computacionalmente eficientes (en tiempos razonables), se puede disponer de herramientas de planificación y programación apropiadas para la toma de decisiones rápida y precisa. Disminuir los costos por pérdidas de material o transporte, por ejemplo, o los tiempos en que se ejecutan todos los trabajos en un taller, aumentar los ingresos por aumentos de la producción y, por supuesto, todo esto considerando los mismos recursos disponibles.

### ¿Con quiénes colaboras y trabajas (ya sea empresas y/o alumnos y colegas)?

Principalmente, trabajo con alumnos de Ingeniería Civil Industrial y Magister en Ingeniería Industrial de la UDEC, con Víctor Parada y sus estudiantes de Ing. Informática también de la Universidad de Santiago y con Jacques Ferland de la Universidad de Montreal, Canadá.