

# Localización óptima de escuelas rurales en Chile



Referencia: *International Transactions in Operational Research*, Vol. 19, 2012, pp. 695-710

A petición del Ministerio de Educación, un grupo de académicos e investigadores de la FCFM -en conjunto con académicos de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Naval Postgraduate School, USA- hicieron una propuesta para estudiar cuál sería la localización óptima de las escuelas rurales en el país, considerando tanto la calidad de los establecimientos como la distancia máxima que cada niño debe recorrer para llegar al colegio.

En el mundo rural las escuelas suelen tener una calidad inferior que en las ciudades, medida por sus resultados en pruebas nacionales. Los colegios que están convenientemente ubicados -considerando que las distancias en las zonas rurales son mayores- suelen ser por lo general pequeños, cuentan con pocos alumnos y profesores, es decir, son multigrado.



Pedro Donoso, Andrés Weintraub, Vladimir Marianov y Francisco Martínez, autores del estudio.

Por el contrario, los liceos y colegios que gozan de una mejor estructura y de los beneficios de la economía de escala, están por lo general distantes de los centros rurales, por lo que los costos del transporte son más altos.

Mediante un modelo de programación lineal entera, integrado a un sistema de información geográfica, los autores del estudio obtuvieron resultados computacionales que permiten localizar (o relocalizar) de manera óptima las escuelas rurales del país, así como determinar su tamaño más adecuado y la asignación de los estudiantes a sus escuelas más cercanas, estableciéndose una mejor relación entre tamaño y distancia.

Se intentó obtener resultados usando primero un programa comercial llamado CPLEX. Dado el gran tamaño del problema

-más de 4.000 escuelas rurales y más de 26.000 lugares de origen de los estudiantes- se debió acelerar el tiempo de solución por medio de una heurística, que técnicamente consiste en no cumplir momentáneamente con algunas restricciones, para después agregarlas a las soluciones obtenidas. Los resultados contemplaron dos escenarios: el primero donde cada niño recorre entre un máximo de 30 y 50 km para ir y volver de su escuela; y un segundo, que no considera el límite de distancia en las regiones extremas: I, II, III, XI, XII y XV.

Los resultados indicaron que para alcanzar una localización optimizada de las escuelas rurales es preciso cerrar 314 establecimientos y abrir 235 nuevos en el primer escenario, y 173 en el segundo. Con esto, las distancias recorridas por los niños en el primer escenario se reducen un 61% y en el segundo un 38%. Además, los costos operacionales de mantener el sistema se reducen en más de un 10% al año. Sin embargo, en el segundo escenario, en algunos casos en regiones extremas las distancias de viaje alcanzaron 132 km.

Como consecuencia del terremoto que afectó al centro sur de Chile en 2010, muchas escuelas sufrieron daños de diversa magnitud, e incluso algunas desaparecieron por completo. El Ministerio, en conjunto con los académicos, usó como base el modelo desarrollado para responder a la pregunta ¿cuáles reconstruir y dónde?, aplicándolo a escuelas tanto urbanas como rurales, pudiendo así distribuir mucho mejor los escasos recursos de reconstrucción, llegando a situaciones que, en algunos casos, eran mejores que aquellas anteriores al terremoto.

Los resultados y el modelo se encuentran descritos en el *paper* "Optimizing location and size of rural schools in Chile", publicado a mediados de 2012 en *International Transactions in Operational Research*, de INFORMS.

Los autores del estudio fueron: Francisco Martínez, Andrés Weintraub, Pedro Donoso y Fernando Araya, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile; Robert Dell, de la Naval Postgraduate School, California, EEUU, y Vladimir Marianov, de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Marianov, Martínez y Weintraub son también investigadores del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, ISCI, centro de investigación avanzada albergado en la FCFM y que cuenta con financiamiento de la Iniciativa Científica Milenio (Ministerio de Economía) y de un Proyecto Basal (Conicyt). 