

Proyecto de Movilidad Escolar para el Área Metropolitana de Guadalajara (PROME) Etapa 1

Centro Mario Molina

2016

Resumen

La investigación que aquí se resume permitió diseñar las reglas de operación del Programa de Movilidad Escolar (PROME), cuya finalidad es reducir las emisiones contaminantes de fuentes móviles asociadas a los traslados escolares en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Los resultados obtenidos en los estudios realizados en campo, permiten diferenciar los patrones de movilidad entre escuelas públicas y privadas, establecen la línea base de emisiones contaminantes para seis escuelas piloto, estiman los beneficios ambientales del uso del transporte escolar, y proponen un universo de escuelas que deberían incorporarse al PROME. Asimismo, brindan recomendaciones de orden normativo, institucional y financiero para acompañar la implementación del Programa.

1. Introducción

El tráfico asociado a la movilidad escolar y los riesgos que conlleva, tanto por su impacto ambiental como de seguridad vial para estudiantes, profesores, padres de familia, vecinos y usuarios del automóvil en zonas cercanas a los colegios, se han convertido en un tema prioritario a nivel global.

En el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) se calcula que de los 10 millones de viajes que se realizan diariamente, 20% corresponde a traslados hogar-escuela o viceversa, y que de éstos el 17% se realiza en vehículos particulares [1].

A la par del incremento del parque vehicular en el AMG, el monitoreo atmosférico revela un deterioro de la calidad del aire. Los principales problemas que se manifiestan son las altas concentraciones de material particulado (PM₁₀) y ozono (O₃). En 2013, las concentraciones promedio anuales de PM₁₀ fueron 28% más altas que el límite permisible¹, y las de O₃ superaron la norma en 34% de los días² [2].

2. Objetivo

A partir de la relación que existe entre la calidad del aire y el uso intensivo del auto particular para la movilidad hacia o desde las escuelas, la investigación aquí resumida sustenta el diseño de un Programa de Movilidad Escolar (PROME) que permita reducir las emisiones contaminantes de

fuentes móviles asociadas a los traslados escolares en el AMG.

3. Metodología

Para cumplir con el objetivo planteado se seleccionaron 6 escuelas piloto, 3 públicas (Escuela Libertad, Escuela Idolina Gaona de Cosío, y Escuela Salvador Varela Reséndiz) y 3 privadas (Instituto Alpes San Javier, Colegio Pedregal de Guadalajara, y Colegio San Juan Bautista de la Salle Moët). Cada una de ellas representa una tipología de escuela a partir de su localización, índice de marginación y estrato socioeconómico, tipo de control (público o privado), cercanía a transporte público masivo, implementación de un servicio de transporte escolar, y nivel de congestión vehicular. Por otra parte, aunque el tamaño de matrícula es distinto para cada escuela, en todos los casos es superior a los 400 alumnos³.

En las escuelas referidas se realizaron estudios para establecer una línea base sobre: 1) los patrones de movilidad de los alumnos y las emisiones contaminantes asociadas; 2) el estado de la infraestructura vehicular, peatonal y ciclista, y 3) el impacto vial de la operación de los centros escolares.

Para obtener la línea base de movilidad, se diseñó y aplicó una encuesta a 1,500 padres de familia, en la que se abordaron cuestiones

¹ Promedio anual de 24 horas.

² Promedios móviles de 8hr.

³ El Instituto Alpes San Javier registró para el ciclo escolar 2013-2014, 459 alumnas; el Colegio Pedregal de Guadalajara, 1860 alumnos; el Colegio Juan Bautista de La Salle Moët, 511 alumnos; la Escuela Idolina Gaona de Cosío, 1,079 alumnos; la Escuela Libertad, 819 alumnos, y la Escuela Salvador Varela Reséndiz, 636 alumnos.

tales como modo de transporte, percepciones sobre la calidad del aire, y evaluación de las alternativas al uso del vehículo privado (auto compartido, transporte escolar, caminar o bicicleta).

En el análisis de sitio se realizaron recorridos peatonales en calles aledañas a los centros escolares, para identificar deficiencias en el estado de las vialidades, banquetas, señalización e infraestructuras peatonal y ciclista.

Mediante aforos vehiculares, peatonales, y ciclistas, se evaluó el impacto vial de la operación de cada centro escolar durante 3 días, y se estimó, mediante el uso de radares, la velocidad de circulación en las vialidades aledañas en distintos horarios.

Además, se realizó una campaña a nivel metropolitano con un sensor remoto, para obtener el perfil de emisiones contaminantes del parque vehicular, a partir de más de 22 mil registros validados. Se obtuvieron asimismo factores de emisión para automóviles particulares tipo sedán y SUV, autobuses urbanos, Van de transporte público y autobuses escolares, para los siguientes contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), y smock factor (SF, como un proxy de la emisión de material particulado).

También se llevaron a cabo entrevistas y talleres con más de 40 actores clave, y un análisis del marco jurídico local, para definir las Reglas de Operación del PROME y las propuestas de adecuación normativa que permitan su implementación.

4. Resultados generales

4.1 Línea base de movilidad

El primer hallazgo sobresaliente es la amplia diferencia de ingresos reportada por las familias de escuelas públicas y privadas. En las primeras, los ingresos familiares oscilan entre 2,700 y 12 mil pesos al mes, en tanto que en las escuelas privadas el ingreso mínimo fue de 11,700 pesos, y se reportaron ingresos de hasta 85 mil pesos mensuales. Lo anterior es relevante al explorar diversas alternativas de movilidad escolar, y su costo asociado. También cobra importancia si se considera que 86% de los padres, 54% de

las madres, y 53% de otros familiares que trasladan a los alumnos, desempeñan alguna actividad laboral con remuneración.

Otro aspecto relevante en relación a la movilidad escolar, es que el 90% de las familias selecciona el centro escolar de sus hijos por su calidad educativa, y sólo 10% por su cercanía al hogar. Por ello, una de las primeras recomendaciones para reducir las distancias de los recorridos escolares debe ser garantizar un buen nivel educativo en todos los centros escolares, tanto públicos como privados. En consecuencia, 72% de los viajes en escuelas privadas -consideradas como las de mejor nivel educativo- son intermunicipales, en tanto que sólo 10% de las escuelas públicas registra este tipo de viajes.

La distribución modal se encuentra igualmente polarizada. En las escuelas privadas el uso del automóvil privado está prácticamente generalizado, con más del 90% de los viajes, exceptuado el Instituto Alpes San Javier, donde 50% de las alumnas utiliza el sistema de transporte escolar. Por el contrario, en las escuelas públicas, en promedio, más del 50% de los viajes se realiza caminando, y alrededor del 16% se realiza en transporte público. La escuela pública con una distribución modal menos favorable en términos de emisiones, es la Idolina González de Cosío, donde 61% de los alumnos utiliza el auto particular por las mañanas, pero sólo 33% durante el viaje de salida. Lo anterior describe otro comportamiento distintivo en la movilidad escolar de las instituciones públicas, que es el incremento de los modos sustentables (transporte público o caminar) en el viaje de regreso a casa.

La bicicleta, por el contrario, resulta un modo de transporte escasamente utilizado. Además, de acuerdo a los resultados de la encuesta, 7 de cada 10 padres consideran que el entorno que recorren para ir a la escuela no es adecuado para personas de la tercera edad, mujeres embarazadas, personas con carriolas, personas con alguna discapacidad, niños, etc.

En relación al uso del transporte escolar, más del 70% de los padres de familia declaró estar de acuerdo en emplearlo. Entre las escuelas privadas, alrededor de 60%

estarían dispuestos a pagar por el servicio entre 500 y mil pesos mensuales. Sin embargo, la mitad de los padres de familia de las escuelas públicas tiene una disposición nula al pago.

Otra opción de movilidad explorada fue el uso del auto compartido, aceptado por el 63% de los padres de familia, siempre y cuando se cubran aspectos de seguridad, bajos costos y tiempos de recorrido no demasiado largos.

4.2 Análisis del entorno urbano escolar

En las vialidades que rodean los centros escolares se evaluó el estado de las banquetas, vialidades, señalización, condiciones de seguridad vial, y la presencia de transporte público, entre otros aspectos.

De los 143 tramos de calle evaluados, 23% presenta malas condiciones en lo referente al estado de la superficie de rodamiento, y la presencia de baches y/o agrietamientos.

Por el contrario, las banquetas demandan una intervención importante: 79% de los tramos se califica de regular a malo, y en un 3% de los segmentos no hay banquetas. De acuerdo a las observaciones obtenidas, 45% de los segmentos viales recorridos requieren de algún tipo de intervención, como por ejemplo el ensanche de banquetas.

Además, existen otros rubros de atención urgente; en poco más del 65% de los segmentos se observan condiciones de inseguridad vial relacionadas con la movilidad peatonal, cruces inseguros y falta de semáforos. Sólo 3% de las vialidades dispone de señalamiento que alerte sobre la presencia de una zona escolar.

Por otro lado, la infraestructura de acceso universal está presente en solo 48% de los segmentos viales, y en aproximadamente 70% no se registra el paso de unidades de transporte público. Finalmente, también se subraya la inexistencia de infraestructura ciclista.

En síntesis, las observaciones realizadas ilustran la inequidad entre la infraestructura destinada a vehículos motorizados y aquella dedicada a peatones y ciclistas, siendo ésta última la que recibe menor atención.

Por ello, se recomienda elaborar un plan de intervención del entorno urbano en cada

colegio, que mejore los aspectos físico-espaciales, atienda las necesidades de transporte de los alumnos y padres de familia, y ofrezca las condiciones adecuadas para la movilidad activa o no motorizada.

4.3 Impacto vial de la operación de los centros escolares

A través de los aforos vehiculares, peatonales y ciclistas se verificó el impacto vial de la operación de los centros escolares, particularmente durante los horarios de entrada y salida de alumnos.

En primer lugar, se observó que dentro del parque vehicular contabilizado en los entornos escolares, existe presencia de transporte de carga, en especial en las cercanías del Colegio San Juan Bautista de la Salle Moët, donde éste representó el 19% de las unidades vehiculares; así como en los centros escolares Salvador Varela Reséndiz y Pedregal de Guadalajara, con el 8% en ambos casos. Esta situación, acrecienta la de por sí grave situación de carecer de señalamiento en las zonas escolares, así como la necesidad de intervenir para reducir los cruces inseguros.

Otro aspecto a considerar es el notable porcentaje de motocicletas en las cercanías de la Escuela Salvador Varela Reséndiz, ya que éstas representan el 16% del total de unidades contabilizadas.

Los centros escolares con mayor presencia de peatones en sus alrededores fueron el Colegio San Juan Bautista La Salle Moët (con un máximo de 639 peatones en un periodo de 15 minutos), la Escuela Idolina Gaona de Cosío (con 672 peatones) y la escuela Libertad con (617 peatones). El máximo de observaciones ciclistas se registró en el entorno de la Escuela Idolina Gaona de Cosío, con sólo 282 ciclistas en total.

En relación al congestionamiento vial, todas las vialidades de acceso a los centros escolares observaron afectaciones al flujo vehicular. Si bien las velocidades promedio diarias no rebasaron los 25 km/hr, establecidos como máximo para una zona escolar, se observó que durante las horas de entrada y salida de alumnos, las velocidades se reducen notablemente, particularmente en la Escuela Idolina Gaona de Cosío, donde la

velocidad es 70% menor a la registrada en otros horarios⁴.

4.4 Estimación de emisiones y beneficios ambientales del PROME

El impacto ambiental de un programa de movilidad escolar radica en su potencial para mitigar las emisiones de contaminantes asociadas al traslado de los estudiantes hacia y desde los centros escolares. En el caso de las seis escuelas piloto, se estimaron las emisiones vehiculares en tres escenarios:

- Línea base de emisiones (LB)
- Escenario 1. Reducción del uso del vehículo particular en 50% y sustitución por transporte escolar (E1)
- Escenario 2. Reducción del uso del vehículo particular en 70% y uso de transporte escolar en su lugar (E2)

Para la estimación de emisiones se empleó la siguiente información: reparto modal, distancias estimadas recorridas para cada tipo de vehículo, y factores de emisión de contaminantes obtenidos con sensor remoto.

La sustitución de vehículos particulares por unidades de transporte escolar (autobuses y Vans) arroja beneficios ambientales para 4 de los 5 contaminantes. En el E1, las emisiones de CO₂ se reducen, en promedio, 15%, las emisiones de CO y HC son alrededor de 25% más bajas, y la emisión de partículas observa reducciones promedio de -8% (Tabla 1).

Por el contrario, las emisiones de NO_x, resultan considerablemente más elevadas a medida que se sustituyen autos particulares por autobuses escolares. Especialmente en el Instituto Alpes San Javier, donde se presta el servicio de transporte escolar mediante autobuses a diesel, las emisiones de NO_x son 325% más elevadas en el E1 en comparación con las emisiones estimadas antes del servicio de transportes escolar (T₀). Adicionalmente, las emisiones de material particulado se incrementan en 36%.

La razón de este comportamiento se explica por las altas emisiones de NO_x que registró el sensor remoto para los autobuses de transporte escolar, que son 1.6 veces más elevadas que las registradas por las unidades de transporte escolar analizadas en la Ciudad de México (17.09 g/km vs 10.44 g/km) [3]. Dado que el año modelo de las unidades de la muestra era 2015, las altas emisiones de NO_x podrían estar asociadas a que las unidades nuevas no se encontraban configuradas a punto para una combustión adecuada y eficiente. Se pueden lograr reducciones de emisiones de NO_x mediante la utilización de sistemas que incorporen inyección de urea y convertidores catalíticos oxidativos, (tecnologías Euro VI y EPA 2013).

En el E2, las emisiones de CO₂, CO, HC y SF experimentan reducciones aún mayores a las del E1: -23% en CO₂, -35% en CO, -33% en HC y -21% en SF (reducciones promedio para todos los centros escolares). También se observa que debido al mayor número de autobuses, las emisiones de NO_x se incrementan en el Colegio Juan Bautista de la Salle (42%), en el Colegio Pedregal de Guadalajara (68%), en la Escuela Idolina Gaona de Cosío (8%) y en la Escuela Libertad (14%). Caso contrario ocurre en la Escuela Salvador Varela Reséndiz, donde los beneficios son mayores porque la mayoría de los alumnos se desplaza en transporte público o caminando, y se requieren pocas unidades y de baja capacidad para el transporte escolar (-21% en E1 vs -29% en E2). Finalmente, en el caso del Instituto Alpes San Javier, el escenario 2 arroja un incremento en las emisiones de NO_x de 103% en relación a T₀. Este incremento es menor al de E1 debido a que se consideró el uso de autos en ronda y transporte escolar en Van para la mitad de los alumnos en esta modalidad de transporte.

Con la operación adecuada de los autobuses a diesel y el uso de filtros de partículas, los incrementos de NO_x son de sólo 3% con la sustitución de autos por autobuses, y las emisiones de material particulado se reducen en 26% en promedio en el E1. Si la sustitución de vehículos por autobuses alcanza el 70% del parque vehicular particular (tal como se asume en el E2), entonces se obtendrían beneficios ambientales para todos los contaminantes: -

⁴ En el caso del Colegio San Juan Bautista La Salle Moët, no fue posible realizar la estimación debido a la salida anticipada del alumnado el día de la toma de datos. En la Escuela Salvador Varela Reséndiz, la velocidad promedio es menor a 15 km/hr en todo momento, debido a que la calle es adoquinada.

20% en CO₂, -36% en CO, -37% en HC, -10% en x y -33% en material particulado (Tabla 2).

5. Conclusiones y recomendaciones

Considerando el buen reparto modal de las escuelas públicas con menos de 800 alumnos, no se requiere que éstas implementen de manera obligatoria un programa de movilidad para sustituir el uso del auto. Sin embargo, debe buscarse que los traslados a pie o en transporte público sigan manteniéndose en alrededor del 70%.

En el caso de los centros escolares privados, se observa que incluso en aquellos con matrículas cercanas a los 400 alumnos, el uso del auto privado es muy intensivo, por lo que se recomienda que a partir de este tamaño de matrícula se implemente un programa de movilidad para sustituir los viajes en auto.

De esta forma, 83 escuelas privadas con más de 400 alumnos, que en conjunto atienden al 40% de la matrícula de control privado, y representan el 7% de los centros escolares, deberían implementar un programa de movilidad escolar con énfasis en la reducción del auto particular y el incremento de los modos no motorizados.

Por su parte, para 59 escuelas públicas con más de 800 alumnos, que en conjunto atienden al 6% de la matrícula de control público y representan el 2% de los centros escolares, también hace sentido implementar un programa de movilidad para reducir el uso del auto.

Para el buen resultado, adecuada implementación y seguimiento del PROME, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Promover las modificaciones al marco jurídico para otorgar las atribuciones de implementación del PROME a las autoridades ambientales, de movilidad y de educación del Gobierno del Estado de Jalisco.
2. Promover las modificaciones al marco jurídico para financiar las estrategias de movilidad escolar que incentiven el uso de otros modos de transporte, en detrimento a la utilización intensiva del vehículo particular.

3. Desarrollar y publicar una norma general de carácter técnico, que establezca los lineamientos ambientales de operación del transporte escolar, donde se incluya el uso de autobuses de última tecnología, con menores emisiones y filtros de partículas; así como la implementación de prácticas de ecomanejo y optimización de rutas para la reducción de kilómetros en vacío del transporte escolar.
4. Crear un Comité Técnico conformado por las Secretarías de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, de Movilidad, y de Educación del Gobierno del Estado de Jalisco, con la participación de otras instancias de gobierno local y estatal, así como representantes de los centros escolares y padres de familia, para asesorar en el desarrollo e implementación de las estrategias de movilidad escolar que realicen las escuelas, así como vigilar su cumplimiento, y evaluar y comunicar los resultados obtenidos.
5. Revisar, modificar y aprobar las Reglas de Operación propuestas para la implementación del PROME.

Bibliografía

- [1] CEIT (2008). Encuesta de Origen-Destino 2008, Área Metropolitana de Guadalajara, Centro Estatal para la Investigación de la Vialidad y del Transporte (CEIT).
- [2] INECC (2014). Informe Nacional de Calidad del Aire 2013, México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- [3] CMM (2013). Optimización del Desempeño Ambiental del Transporte Escolar, caso: Distrito Federal, Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, México.

Tabla 1: Beneficios ambientales estimados por el uso de transporte escolar

| Escuela | CO ₂ | CO | HC | NOx | SF | Escenario |
|--|-----------------|------|------|------|------|-------------------------|
| Instituto Alpes San Javier | -11% | -45% | -27% | 325% | 36% | LB=E1 vs T ₀ |
| | -23% | -34% | -30% | 103% | -6% | E2 vs T ₀ |
| Colegio San Juan Bautista de La Salle Moët | -15% | -26% | -25% | 30% | -13% | E1 vs LB |
| | -22% | -37% | -35% | 42% | -19% | E2 vs LB |
| Colegio Pedregal de Guadalajara | -18% | -26% | -24% | 49% | -10% | E1 vs LB |
| | -25% | -36% | -33% | 68% | -13% | E2 vs LB |
| Escuela Idolina Gaona de Cosío | -17% | -28% | -28% | 6% | -22% | E1 vs LB |
| | -24% | -39% | -39% | 8% | -31% | E2 vs LB |
| Escuela Libertad | -8% | -21% | -20% | 10% | -16% | E1 vs LB |
| | -11% | -29% | -29% | 14% | -22% | E2 vs LB |
| Escuela Salvador Varela Reséndiz | -21% | -24% | -24% | -21% | -24% | E1 vs LB |
| | -30% | -33% | -35% | -29% | -34% | E2 vs LB |
| Promedio | -15% | -28% | -25% | 66% | -8% | E1 vs LB |
| | -23% | -35% | -33% | 34% | -21% | E2 vs LB |

Tabla 2. Beneficios ambientales estimados por el uso de transporte escolar con filtro de partículas

| Escuela | CO ₂ | CO | HC | NOx | SF | Escenarios |
|--|-----------------|------|------|------|------|-------------------------|
| Instituto Alpes San Javier | 0% | -51% | -50% | 67% | -37% | LB=E1 vs T ₀ |
| | -20% | -37% | -38% | 14% | -31% | E2 vs T ₀ |
| Colegio San Juan Bautista de La Salle Moët | -13% | -27% | -28% | -5% | -25% | E1 vs LB |
| | -18% | -38% | -39% | -7% | -35% | E2 vs LB |
| Colegio Pedregal de Guadalajara | -16% | -27% | -28% | 0% | -24% | E1 vs LB |
| | -22% | -38% | -39% | 0% | -33% | E2 vs LB |
| Escuela Idolina Gaona de Cosío | -15% | -29% | -29% | -16% | -28% | E1 vs LB |
| | -21% | -40% | -41% | -23% | -39% | E2 vs LB |
| Escuela Libertad | -5% | -21% | -22% | -10% | -20% | E1 vs LB |
| | -7% | -30% | -30% | -14% | -29% | E2 vs LB |
| Escuela Salvador Varela Reséndiz | -21% | -24% | -24% | -21% | -24% | E1 vs LB |
| | -30% | -33% | -35% | -29% | -34% | E2 vs LB |
| Promedio | -12% | -30% | -30% | 3% | -26% | E1 vs LB |
| | -20% | -36% | -37% | -10% | -33% | E2 vs LB |

Nota: LB (Línea Base 2014), E1 (Escenario 1. Reducción del uso del uso del vehículo particular en 50% y uso de transporte escolar), E2 (Escenario 1. Reducción del uso del uso del vehículo particular en 50% y uso de transporte escolar), T₀ (Escenario hipotético previo a la operación del transporte escolar en el Instituto Alpes San Javier). Fuente: Elaboración propia.