



# ¿CÓMO MITIGAR LA EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL TRÁFICO EN LOS COLEGIOS Y SUS ALREDEDORES?

Guía para niños, colegios y comunidades locales

Prashant Kumar, Hamid Omidvarborna, Yendle Barwise, Arvind Tiwari | 2020  
Universidad de Surrey, Reino Unido



## Colombian Collaborators

Dayana Agudelo, Yris Olaya, Juan Sebastián Larrahondo, Néstor Rojas  
Dionne Cruz, Samuel Osorio

Universidad del Norte, Universidad Nacional de Colombia  
Asociación Colombiana de Salud Pública



# GLOSARIO

**Bebés en cochecito:** Bebés en diferentes tipos de cochecitos, carritos o carriolas individuales/dobles de 3 ó 4 ruedas.

**Calidad del aire interior:** Calidad del aire dentro de edificios y recintos cerrados, como los colegios, que influye en la salud, la comodidad y el bienestar de sus ocupantes. La mala calidad del aire puede estar causada por la presencia de partículas nocivas a la salud y otros contaminantes como el dióxido de nitrógeno, el formaldehído y los compuestos orgánicos volátiles. Organismos del Reino Unido e internacionales ofrecen orientación para la filtración y la ventilación del aire.

**Ciencia ciudadana:** Investigación científica realizada por miembros del público. Para mejorar la comprensión pública de la contaminación del aire, la ciencia ciudadana debe incorporar la inclusión (p.ej. la participación de la comunidad en la planificación de la investigación), la colaboración (p.ej. entre el colegio, la comunidad y los investigadores) y la reciprocidad (p.ej. la presentación de los resultados por parte de los colegios a las comunidades para recibir sus comentarios).

**Club de viaje compartido (carpool):** Actividad que puede ser administrada por la comunidad escolar para reducir la cantidad de autos durante las horas de entrega / recogida.

**Co-creación:** Proceso de diseño en el cual todos los interesados (p.ej. investigadores, colegios, niños) están igualmente involucrados y tienen libertad para contribuir.

**Comunidad:** Padres, niños, residentes locales, vecinos y público en general.

**Concentración de número de partículas:** Número total de partículas por unidad de volumen de aire, el cual es usualmente representado como #  $\text{cm}^{-3}$ .

**Control activo:** Sistemas de control que reducen las emisiones de contaminantes del aire directamente en su fuente (p.ej. filtros de material particulado en los tubos de escape de los vehículos).

**Control pasivo:** Medidas de intervención que reducen indirectamente la exposición a la contaminación del aire, como las barreras verdes entre vías y peatones.

**Dióxido de carbono:** Aunque el uso de combustibles fósiles constituye la principal fuente de dióxido de carbono antropogénico, también es exhalado por los humanos como parte del proceso de respiración, y cuando se mide puede usarse para evaluar la adecuación de la ventilación en entornos cerrados. Los altos niveles de dióxido de carbono indican una falta de ventilación adecuada y están asociados con efectos cognitivos negativos, incluida una capacidad reducida para concentrarse.

**Dispersión:** Transporte y dilución, por el viento, de la contaminación de aire desde su fuente (p.ej. un escape vehicular).

**Niños pequeños:** Bebés, niños e infantes. En términos de exposición a la contaminación del aire, los niños pequeños se encuentran entre los grupos más sensibles y vulnerables debido a sus tasas de respiración más altas y alturas de respiración más bajas que las de los adultos y niños mayores (por ejemplo, adolescentes).

**Partículas finas:** Material particulado de tamaño menor a 2,5 micrómetros; también conocido como  $\text{PM}_{2,5}$  o  $\text{MP}_{2,5}$ . Las partículas finas son una de las clases más dañinas de contaminantes del aire porque, debido a su pequeño tamaño, pueden viajar a lo más profundo del sistema respiratorio, contribuyendo a enfermedades cardíacas y pulmonares. Se generan predominantemente por combustión y se emiten a través de los tubos de escape de los vehículos.

**Partículas gruesas:** Material particulado con un tamaño entre 2,5 y 10 micrómetros; también conocido como  $\text{PM}_{2,5-10}$  o  $\text{MP}_{2,5-10}$ . Las partículas gruesas en el aire se generan predominantemente por fuentes de emisión que no son de combustión, como lo es la resuspensión del polvo de la vía.

**Punto crítico de contaminación:** Lugares de concentración elevada de contaminación en el aire donde las emisiones de fuentes específicas, como los automóviles, pueden exponer a las poblaciones locales a riesgos de salud elevados. Los puntos críticos de contaminación generalmente incluyen intersecciones de tráfico y paradas de autobús.

**Vía principal:** Vía pública de uso común con acceso directo (es decir, sin incluir callejones sin salida). La congestión del tráfico a lo largo de las vías principales generalmente alcanza su punto máximo en la mañana y al final de la tarde (p.ej. durante la entrega y agrupación/recogida de niños).

# INTRODUCCIÓN

La exposición de los niños a la contaminación del aire se asocia con una falta de atención y concentración, así como con bronquitis, retraso del desarrollo pulmonar y un mayor riesgo de afecciones a largo plazo como asma<sup>1</sup> y otras enfermedades respiratorias<sup>2</sup>.

Los niños son más vulnerables a la exposición que los adultos debido a su desarrollo pulmonar incompleto, baja altura de respiración, alta actividad física y altas tasas de respiración<sup>3</sup>. Sin embargo, por accesibilidad, muchos colegios están ubicados cerca de vías principales, cuyas emisiones vehiculares se infiltran fácilmente en las instalaciones escolares, incluidas las aulas. En el Reino Unido, más de 2.000 colegios y guarderías se encuentran cerca de vías con altos niveles de contaminación del aire<sup>4</sup>, incluidos los contaminantes tóxicos tales como las partículas de menos de 2.5 micrómetros de diámetro (MP<sub>2.5</sub>). El Reino Unido también tiene una mayor prevalencia de asma infantil que cualquier otro país europeo<sup>4</sup>.

El uso de automóviles y buses escolares para llevar y recoger niños y jóvenes del colegio intensifica los puntos críticos de contaminación dentro y alrededor de las instalaciones escolares. En Inglaterra, el uso del automóvil para los viajes escolares se ha duplicado en las últimas dos décadas, y hasta 1 de cada 4 automóviles en vía en las horas pico de la mañana llevan a los niños al colegio<sup>5</sup>.

La exposición de los niños puede incrementarse innecesariamente por la operación del motor en ralentí (vehículos y buses quietos con motores



La figura anterior muestra la baja altura a la cual respiran los niños y los bebés en cochecito, altura a la cual las emisiones vehiculares están altamente concentradas (adaptado de Sharma y Kumar<sup>3</sup>). La altura de respiración de los niños pequeños está entre 0,55 y 0,85m sobre el nivel del suelo y los tubos de escape de los vehículos generalmente se encuentran a menos de 1m del nivel de la vía. Esto aumenta su vulnerabilidad a la exposición a la contaminación del aire.

en marcha) y la aceleración-desaceleración del vehículo/ bus, tanto dentro como cerca de las instalaciones escolares, durante las horas de entrega y recogida.

Si bien un sistema de control activo (p.ej. reducir las emisiones de escape en la fuente) es invariablemente la solución más efectiva, se pueden adoptar otras estrategias basadas en la evidencia para reducir las concentraciones de contaminación y mitigar la exposición en los colegios y sus alrededores. Sin embargo, se requiere un enfoque holístico de aquellos que contribuyen directamente y/o se ven afectados por la contaminación para hacer una diferencia real fundamental<sup>6</sup>. Una estrategia exitosa de mitigación de la exposición requiere acciones multifacéticas dirigidas a los niños y jóvenes, los colegios y la comunidad local.

El objetivo de esta guía es traducir la ciencia compleja en acciones simples que permitan a los colegios, los niños y las comunidades tomar decisiones informadas y ayudar a reducir la exposición de los niños y jóvenes a la contaminación del aire.



Este documento resume las mejores prácticas con respecto a la mitigación de la exposición a la contaminación del aire en de los colegios y sus alrededores. Las recomendaciones se basan en evidencia científica contemporánea y, por lo tanto, pueden estar sujetas a modificación a medida que surgen nuevas evidencias. La singularidad de este documento radica en su enfoque práctico co-creado y co-diseñado, dirigido a los grupos de receptores clave (niños, colegio y comunidad) por igual. Este documento utiliza importante investigación relevante<sup>7-10</sup>, estudios de revisión<sup>3,11-13</sup> y se basa en actividades de nuestro laboratorio Guilford Living Lab (GLL)<sup>14</sup>, así como en amplias experiencias en proveer orientación pública y profesional (p.ej. orientación pionera sobre implementación de infraestructura verde<sup>15</sup>, recomendaciones generales para la selección y manejo de especies de plantas<sup>16</sup>, y numerosos documentos de políticas<sup>17</sup>). El presente documento también complementa trabajos anteriores sobre, por ejemplo, guías sobre la calidad del aire para el personal de colegios y universidades<sup>18</sup>, calidad del aire exterior y salud<sup>19</sup>, control del desarrollo y planeación del uso futuro del suelo<sup>20</sup>, kits de herramientas de aire limpio<sup>21-25</sup>, efectos en salud de la calidad del aire interior<sup>26</sup> y guías anti-ralentí<sup>27</sup>. La mayoría de las recomendaciones en este documento guía se refieren a la mitigación de partículas finas, una clase de contaminantes del aire con el impacto más grave en la salud humana<sup>28</sup>. Sin embargo, las recomendaciones pueden aplicarse a

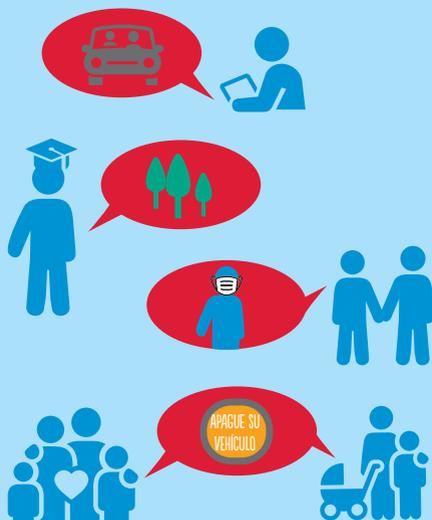
otros contaminantes nocivos, como los óxidos de nitrógeno. Esta guía se centra en el tema particular de los puntos de entrega/recogida y la congestión del tráfico alrededor de los colegios. Las descripciones detalladas o recomendaciones sobre la calidad del aire interior (p.ej. en el aula) y los efectos de salud relacionados están fuera de su alcance. El documento ofrece 10 recomendaciones genéricas y 10 recomendaciones específicas para tres audiencias objetivo (niños y jóvenes, colegios y comunidades locales). Reconocemos que algunos colegios, como los colegios urbanos con locales más pequeños, enfrentarán desafíos para implementar algunas de las recomendaciones, pero implementar tantas como sea posible les traerá beneficios. También puede servir como una guía educativa, adaptable a distintas edades, que ayude a los colegios a mejorar el conocimiento de los niños y sus padres/cuidadores para que éstos reduzcan su exposición y su contribución a la contaminación del aire.

Nuestras recomendaciones generales y específicas no se priorizan ni se ordenan según su importancia o impacto. Esto se debe en parte a la falta de evidencia con respecto al impacto comparativo de cada acción, y en parte a que se necesita un enfoque holístico para abordar el problema (ver recomendación general # 1). Como regla general, los sistemas de control activo (p.ej. políticas anti-ralentí e incentivos para reducir el uso del vehículo) son las estrategias más efectivas y deberían constituir la primera línea de defensa.

1. British Lung Foundation, 2016. <https://tinyurl.com/BLF0rg16>
2. USEPA, 2019. <https://tinyurl.com/USEPAsthma19>
3. Sharma, A., Kumar, P., 2018. A review of factors surrounding the air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. *Environment International* 120, 262-278. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.038>
4. Mumovic, D., et al., 2016. <https://tinyurl.com/IAQLNDSchools>
5. Perscom, National Travel Survey, 2018. <https://tinyurl.com/NTSPerscom18>
6. Mahajan, S., Kumar, P., et al., 2020. A citizen science approach for enhancing public understanding of air pollution. *Sustainable Cities and Society* 52, 101800. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101800>
7. Kumar, P., et al., 2020. A primary school driver initiative to influence commuting style for dropping-off and picking-up of pupils. *Science of the Total Environment* 727, 727, 138360. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138360>
8. Kumar, P., et al., 2017. Exposure of in-pram babies to airborne particles during morning drop-in and afternoon pick-up of school children. *Environmental Pollution* 224, 407-420. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.021>
9. Sharma, A., Kumar, P., 2020. Quantification of air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. *Environment International* 139, 105671. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105671>
10. Ottosen, T.B., Kumar, P., 2020. The influence of the vegetation cycle on the mitigation of air pollution by a deciduous roadside hedge. *Sustainable Cities and Society* 53, 101919. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101919>
11. Goel, A., Kumar, P., 2014. A review of fundamental drivers governing the emissions, dispersion and exposure to vehicle-emitted nanoparticles at signalised traffic intersections. *Atmospheric Environment* 97, 316-331. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.037>
12. Kumar, P., et al., 2019. The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International* 133, 105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>
13. Barwise, Y., Kumar, P., 2020. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *npj Climate and Atmospheric Science* 3, 12. <https://doi.org/10.1038/s41612-020-0115-3>
14. Guilford Living Lab. <https://tinyurl.com/GuilfordLivingLab>
15. Greater London Authority, 2019. <https://tinyurl.com/GLAGreen19>
16. Kumar, P., et al., 2019. Implementing Green Infrastructure for Air Pollution Abatement. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.8198261.v4>
17. Kumar, P., et al., 2019. Improving air quality and climate with green infrastructure. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36772.22403>
18. Air pollution guidance for school and college staff. <https://neculines.org.uk/media/3246/view>
19. NICE guidelines [NG70]. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng70>
20. Land-Use Planning & Development Control: Planning For Air Quality. <https://tinyurl.com/IAQM2017>
21. Cleaner Air 4 Primary Schools Toolkit. <https://tinyurl.com/CA4PSTKIT>
22. The Mayor's School Air Quality Audit Programme. <https://tinyurl.com/MOLtookit18>
23. London healthy air, healthier children. <https://tinyurl.com/HEALND>
24. Building Bulletin 101. <https://tinyurl.com/BB10118>
25. Clean Air Schools Pack. <https://tinyurl.com/CleanAirSchoolsPack>
26. The inside story, 2020. <https://tinyurl.com/RCPCH20>
27. Your guide to putting a stop to idling engines in your neighbourhood. <https://tinyurl.com/LS-BLF>
28. World Health Organization, 2013. <https://tinyurl.com/REVIHAAP-WHO13>

# RECOMENDACIONES GENERALES





## 1. INVOLUCRAR A TODOS Y TRABAJAR JUNTOS

Las medidas para limitar la exposición a la contaminación del aire incluyen medidas de control activo y/o pasivo en la fuente (p.ej. limitar las emisiones de escape), en el receptor (p.ej. mascarillas) y entre la fuente y el receptor (p.ej. barreras verdes). La exposición también puede mitigarse mediante cambios de comportamiento apropiados y una toma de decisiones informada, como la selección de rutas para evitar puntos críticos de contaminación. Por lo tanto, un enfoque holístico, con comunicación y participación entre colegios, niños, padres, comunidades y organismos gubernamentales, es clave para el cambio general y la reducción efectiva de la exposición.



## 2. CREAR UNA ZONA DE AIRE LIMPIO ALREDEDOR DE LOS COLEGIOS

La creación de una zona de aire limpio alrededor de los colegios mediante la implementación de soluciones 'activas' (enfoques anti-ralentí para controlar las emisiones de los vehículos y buses, la reubicación de los puntos de entrega/recogida de niños lejos de las entradas de los colegios, etc.) puede minimizar los niveles de contaminación dentro y alrededor de las instalaciones escolares.

### 3. UTILIZAR SISTEMAS DE CONTROL 'PASIVOS'

Las medidas de control 'pasivo', como las barreras verdes o cercas vivas (p.ej. barreras de setos) entre las instalaciones escolares y las vías adyacentes, pueden minimizar la exposición diaria de los niños y jóvenes a las emisiones del tráfico. La selección cuidadosa de la planta, teniendo en cuenta el contexto físico y las condiciones ambientales del sitio, puede minimizar las compensaciones (p.ej. las emisiones de polen) y maximizar el potencial de otros servicios del ecosistema (p.ej. reducción de la contaminación acústica o apoyo a la biodiversidad).



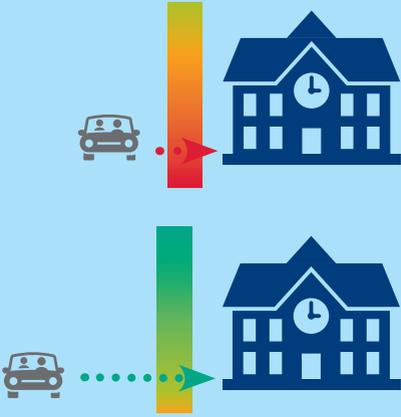
### 4. CONSIDERAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL SALÓN DE CLASE

Restringir la apertura de puertas/ventanas que dan al punto de entrega/recogida puede reducir la infiltración de partículas emitidas por el tráfico, pero aumenta la acumulación de dióxido de carbono en las aulas cercanas. El uso de sistemas adecuados de ventilación mecánica y filtración de aire, quizás incluyendo unidades independientes, puede reducir aún más la acumulación de partículas nocivas y otros contaminantes, incluido el dióxido de carbono.



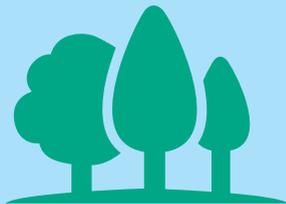
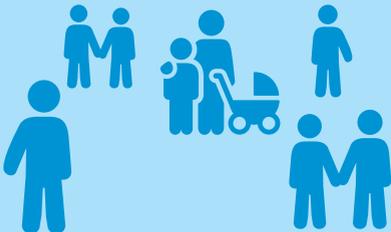
## 5. PLANEAR CUIDADOSAMENTE LOS NUEVOS EDIFICIOS ESCOLARES.

La mayoría de los colegios están cerca de vías transitadas, donde la contaminación del aire es típicamente más alta. Las concentraciones de contaminación tienden a decaer exponencialmente con la distancia desde la vía. En consecuencia, los nuevos edificios escolares deben ubicarse estratégicamente lejos de las vías principales, en donde sea posible, pero con senderos seguros para caminar entre las instalaciones del colegio y las vías principales de conexión. También deben estar a poca distancia de las comunidades, para promover el caminar y el andar en bicicleta, y para minimizar los impactos de las emisiones de los automóviles y buses por parte de los padres/cuidadores durante los trayectos escolares.



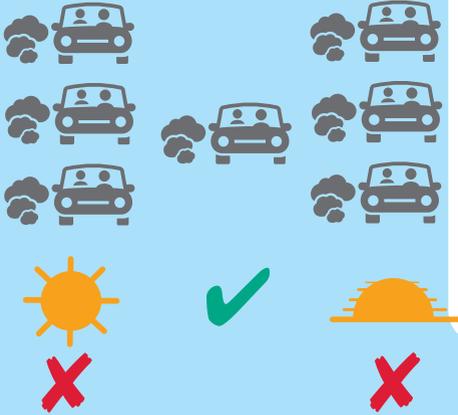
## 6. CAMINAR AL COLEGIO

Se debe alentar caminar entre la casa y el colegio para el beneficio del bienestar mental y físico y para apoyar la independencia, las habilidades sociales y las habilidades de seguridad vial para los niños, así como para reducir el volumen/congestión del tráfico y la contaminación del aire. Caminar regularmente hacia/desde el colegio también puede fortalecer el sentido de comunidad de los niños y la comprensión de su área local.



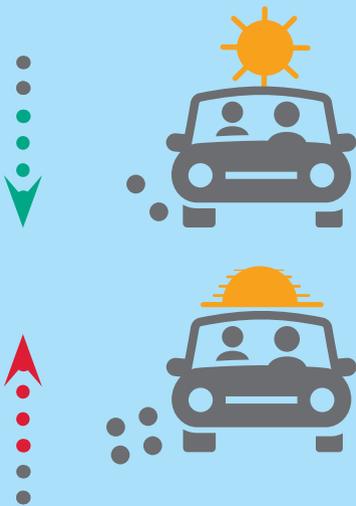
## 7. EVITAR EL USO NO ESENCIAL DE VEHÍCULOS

Las concentraciones de partículas finas son generalmente más altas durante las horas de entrega en la mañana (07:00-09:00) debido a los mayores volúmenes de tráfico y las condiciones de dispersión menos favorables en comparación con las horas de recogida de la tarde (15:00-17:00). Sin embargo, evitar viajes no esenciales durante las horas pico de la mañana y la tarde puede tener un impacto directo y positivo al reducir el volumen del tráfico, la congestión y los tiempos de viaje y, en consecuencia, reducir la exposición a la contaminación de los niños y sus padres/cuidadores durante los trayectos escolares.



## 8. CONSIDERAR EL POLVO DE LA SUPERFICIE DE LA VÍA

A pesar del menor tráfico y mejores condiciones de dispersión atmosférica durante las horas de recogida de la tarde que durante las horas de entrega de la mañana, las concentraciones de partículas gruesas pueden ser aún mayores debido a las superficies de la vía más secas en la tarde, lo que ayuda a la resuspensión del polvo de la superficie de la vía por el tráfico. El rocío nocturno generalmente suprime la resuspensión en la vía durante las horas de la mañana, y humedecer las superficies de la vía durante los períodos secos durante el día podría reducir efectivamente la resuspensión del polvo de la vía.





## 9. ESTABLECER PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA.

La colaboración directa a través de la ciencia ciudadana puede mejorar la conciencia sobre la contaminación del aire y las medidas de mitigación entre niños, padres, cuidadores, colegios y comunidades. La ciencia ciudadana y la investigación participativa también pueden permitir que las personas compartan sus experiencias y/o inquietudes (p.ej. con respecto a la seguridad vial) con investigadores y formuladores de políticas para una acción integral para abordar problemas significativos.



## 10. INTEGRAR LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA EDUCACIÓN

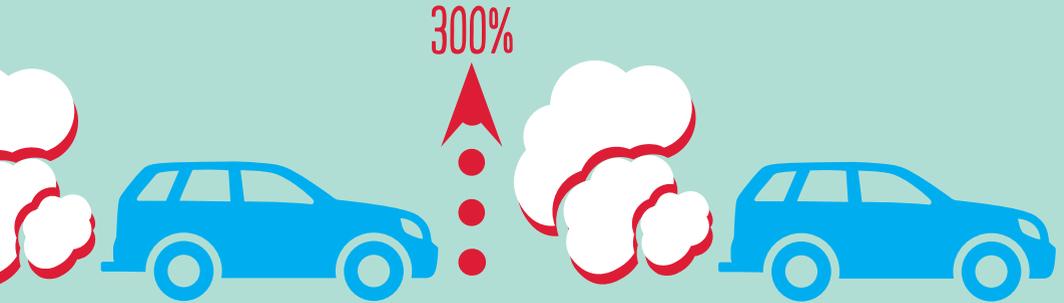
La contaminación del aire y las estrategias de mitigación podrían integrarse en el plan nacional de estudios. Por ejemplo, las habilidades científicas, sociales y de seguridad vial fundamentales se refuerzan como parte de las prácticas recomendadas en este documento guía, las cuales todas ayudan a los niños a cumplir los objetivos del plan de estudios. Además, la creciente disponibilidad de sensores de bajo costo para medir la contaminación del aire, asequibles para toda la comunidad, podría respaldar ejercicios prácticos relevantes y experimentos dirigidos por alumnos en materias curriculares o clubes antes y después del colegio.

# RECOMENDACIONES DIRIGIDAS



# HECHO #1

LOS AUTOMÓVILES Y BUSES QUE HACEN FILA O ESTÁN ENCENDIDOS Y QUIETOS DURANTE LAS HORAS DE ENTREGA PUEDEN GENERAR HASTA UN 300% MÁS EN LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS FINAS EN LAS INSTALACIONES ESCOLARES.



Evitar el uso del vehículo durante las horas de entrega podría reducir a un tercio la exposición de los niños en edad escolar a contaminantes nocivos emitidos por los vehículos.

## NIÑOS Y JÓVENES

- Mantente alejado/a de un auto/bus o una fila de autos/buses cuando sus motores están encendidos.

## COLEGIO

- Los colegios deberían dar más apoyo para que los niños caminen, p.ej. a través de esquemas de reconocimiento de esta actividad y cambio de comportamiento.
- Se debe desalentar el uso del vehículo o el bus dentro o muy cerca de las instalaciones del colegio reubicando los puntos de entrega/recogida lejos de la entrada del colegio.
- Se pueden promover los horarios escalonados de entrega y/o los clubes de viajes compartidos.
- Se debe respetar cualquier área de prohibido parar o estacionar alrededor del colegio.

## COMUNIDAD

- Apaga el motor mientras esperas, aunque sea sólo brevemente.
- Evita el uso del vehículo durante los horarios de entrega y recogida, o estaciona el automóvil lejos de la entrada del colegio.
- Los padres y los niños deben, cuando sea factible, caminar o ir en bicicleta al colegio, para reducir su impacto negativo en la calidad del aire, aumentar su actividad física y poner en práctica la seguridad vial y las habilidades de navegación.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## HECHO #2

LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS FINAS DURANTE LAS HORAS DE RECOGIDA SON HASTA UN TERCIO MENOS QUE EN LAS HORAS DE ENTREGA DEBIDO A QUE LOS TIEMPOS DE RECOGIDA ESTÁN MÁS AMPLIAMENTE DISTRIBUIDOS Y HAY MEJORES CONDICIONES DE DISPERSIÓN EN LA TARDE.



Las concentraciones de partículas finas durante las horas de recogida son hasta un tercio menos que en las horas de entrega debido a que los tiempos de recogida están más ampliamente distribuidos y hay mejores condiciones de dispersión en la tarde. Los tiempos de recolección escalonados durante las horas de recogida debido a las actividades después del colegio reducen sustancialmente la congestión y, posteriormente, las emisiones del tráfico.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Mantente a la mayor distancia posible de los autos/buses quietos y encendidos.

### COLEGIO

- Se recomienda organizar y programar actividades antes y después del colegio para escalar los horarios de entrega y recogida de niños o un club de viajes compartidos para reducir la cantidad de autos.
- Hay que apoyar el acceso a bicicletas para todos, p.ej. a través de un esquema de préstamo de bicicletas.

### COMUNIDAD

- Evita el uso del vehículo para los trayectos escolares, cuando sea posible, o estaciona el automóvil lejos de las entradas del colegio.
- Pide a las autoridades locales la creación de zonas controladas de estacionamiento y la prohibición de estacionamiento en las calles alrededor de los colegios, para mejorar el flujo de automóviles y buses durante las horas de entrega y recogida.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## HECHO #3

LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS FINAS EN EL PATIO DE RECREO JUNTO A UNA VÍA CONCURRIDA PUEDEN SER COMPARABLES A LAS DE LA VÍA PRINCIPAL DURANTE LAS HORAS DE ENTREGA.



Las soluciones basadas en la naturaleza, como una barrera densa de setos (cerca viva) alrededor del perímetro del colegio, pueden ayudar a mejorar la calidad del aire en el entorno escolar.

Cualquier actividad en el patio de recreo debe limitarse durante el horario de entrega hasta que el colegio y/o la comunidad implementen medidas de mitigación adecuadas.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Si el patio de recreo está cerca de una vía, intenta no jugar cerca de esa vía por las mañanas.

### COLEGIO

- Las clases al aire libre en horas de la mañana deben, cuando sea posible, reprogramarse para más tarde en el día escolar (preferiblemente, en la tarde).
- Los colegios pueden plantar o mejorar barreras verdes no venenosas y de baja alergenicidad (por ejemplo, setos) entre las instalaciones del colegio y las vías cercanas, para reducir aún más los impactos del tráfico en los entornos escolares.
- Considere implementar una entrada adicional cerca de la vía principal, con un sendero seguro rodeado de barreras verdes dentro de las instalaciones del colegio.
- Los colegios deben evitar que los niños jueguen cerca de cualquier vía al borde de una vía concurrida.

### COMUNIDAD

- Los miembros de la comunidad local pueden ayudar al colegio a plantar barreras verdes alrededor del colegio y / o implementar otras medidas de control adecuadas.
- La comunidad local debe colaborar con las autoridades locales para adoptar un enfoque de planificación en todos los desarrollos existentes y nuevos que prioricen calles seguras y agradables, para alentar a los padres y a los niños a caminar.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## HECHO #4

LAS CONCENTRACIONES DE PARTÍCULAS FINAS EN UN AULA ORIENTADA HACIA LA VÍA PUEDEN DUPLICARSE DURANTE LAS HORAS DE ENTREGA DE NIÑOS Y JÓVENES.



Reducir las emisiones de tráfico adyacentes al colegio mediante la restricción a la entrada de vehículos/buses y la reubicación de los puntos de entrega lejos de la entrada del colegio.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Evita abrir puertas o ventanas en las aulas junto a los puntos de entrega.

### COLEGIO

- Los puntos de entrega/recogida deben estar alejados de las entradas a las aulas.
- Los niños deben ser dirigidos a las aulas correspondientes a través de puertas/rutas interiores, para restringir la exposición a las emisiones del tráfico desde los puntos de entrega/recogida.
- El acceso a las aulas a través de puertas que miran hacia/cerca de la congestión del tráfico debe restringirse para reducir el impacto de las partículas emitidas por el tráfico en la calidad del aire interior.

### COMUNIDAD

- Evita el uso de vehículos/buses durante las horas de entrega/recogida siempre que sea posible, e intenta estacionar los automóviles/buses lejos de las entradas del colegio.
- Incentiva a padres y niños a caminar o andar en bicicleta al colegio.



## HECHO #5

CERRAR LAS PUERTAS/VENTANAS DEL AULA PUEDE RESTRINGIR LA ENTRADA DE EMISIONES RELACIONADAS CON EL TRÁFICO. SIN EMBARGO, HACERLO PROVOCA UNA ACUMULACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AULA.



Para minimizar la contaminación del aire relacionada con el tráfico en las aulas, se recomienda mantener cerradas las puertas/ventanas expuestas al tráfico durante las horas pico y, en su lugar, abrir las puertas/ventanas internas.

## NIÑOS Y JÓVENES

- Si puedes ver la entrada del colegio desde la ventana del salón de clases, trata de mantener la ventana cerrada durante la primera clase para protegerte de la contaminación de la mañana. Si tu maestro lo dice, puedes abrir ventanas más tarde en el día o si sientes calor o cansancio.

## COLEGIO

- Considerar la instalación de monitores de dióxido de carbono en las aulas.
- Circular aire fresco hacia el aula si los maestros detectan síntomas entre los niños de altos niveles de dióxido de carbono (p.ej. cansancio, incapacidad para pensar con claridad, dolores de cabeza, mareos).
- Las puertas/ventanas que dan directamente a una vía deben utilizarse para el intercambio de aire solo durante las horas de menor actividad vehicular.
- Limpiar los purificadores/filtros de aire regularmente o considerar la posibilidad de establecer sistemas de filtración y ventilación de aire adecuados para mitigar la contaminación del aire interior y minimizar la infiltración de contaminantes al aire libre.

## COMUNIDAD

- Los residentes deben trabajar con las autoridades locales para garantizar que los nuevos colegios estén ubicados estratégicamente en áreas alejadas de las vías principales, con senderos seguros para caminar/andar en bicicleta para unir las instalaciones del colegio con las principales vías de conexión, así como con las áreas de vivienda.

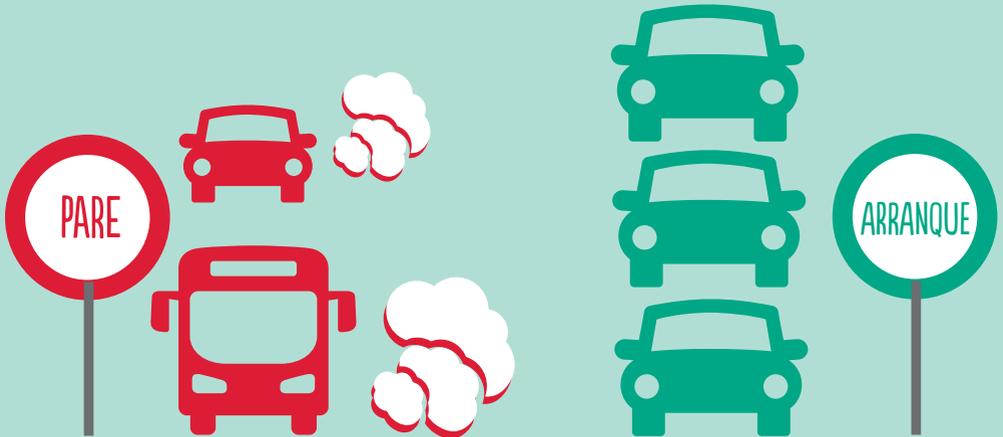


GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## HECHO #6

LAS CONCENTRACIONES DE NÚMERO DE PARTÍCULAS EN LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN, COMO LAS INTERSECCIONES DE TRÁFICO Y LAS PARADAS DE AUTOBÚS, PUEDEN SER CASI DOS TERCIOS MÁS ALTAS QUE EN LAS SECCIONES DE LA RUTA CON TRÁFICO DE FLUJO LIBRE.



Las condiciones de parada-arranque y aceleración-desaceleración generalmente conducen a elevadas concentraciones de contaminantes en lugares como intersecciones de tráfico y paradas de autobús, y minimizar el tiempo de permanencia en ellas reducirá su exposición a la contaminación.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Trata de mantenerte alejado/a de la acera, las intersecciones de tráfico y las paradas de autobús, para reducir la exposición a contaminantes vehiculares nocivos.

### COLEGIO

- Los colegios deben notificar a los padres/cuidadores y conductores de buses escolares que ir al colegio por vías principales presenta un riesgo de alta exposición a las emisiones vehiculares.
- Deben sugerirse rutas alternativas sin tráfico o con menos tráfico.

### COMUNIDAD

- Con el apoyo de los colegios, las comunidades deberían pedir a las autoridades locales que muevan las intersecciones de tráfico y las paradas de autobús lejos de las instalaciones del colegio cuando sea posible.



## HECHO #7

LOS BEBÉS DE COCHECITO Y LOS NIÑOS PEQUEÑOS PUEDEN RESPIRAR HASTA UN 60% MÁS DE AIRE CONTAMINADO QUE LOS ADULTOS DURANTE EL TRANSPORTE A PIE HACIA EL COLEGIO, PORQUE SUS ZONAS DE RESPIRACIÓN ESTÁN MÁS CERCA DE LA ALTURA DE LA SALIDA DE GASES DE ESCAPE DEL VEHÍCULO, DONDE LAS CONCENTRACIONES SON MÁS ALTAS.



Las concentraciones de contaminantes son generalmente más altas en el primer metro desde el nivel del suelo y disminuyen con la distancia (incluida la altura) desde la vía. Siempre que sea posible, aumentar la altura de la respiración y mantenerse lo más lejos posible de los gases de escape de los vehículos y buses reducirá la exposición.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Trata de mantenerte alejado/a del borde de la vía al caminar hacia o desde el colegio.

### COLEGIO

- Los colegios deben enfatizar a los padres/hijos la importancia de las concentraciones en las alturas más bajas y sugerir rutas alternativas más limpias (p.ej. pasar por los parques).

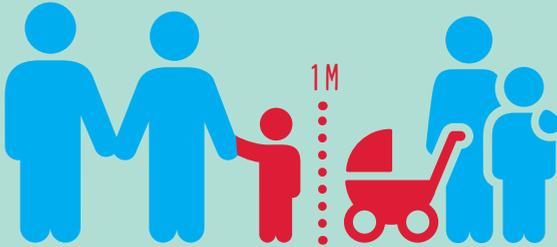
### COMUNIDAD

- Siempre que sea posible, el uso de cochecitos altos en lugar de sillas de paseo bajas puede elevar la altura de la respiración del niño y reducir su exposición.
- Llevar bebés o niños pequeños (p.ej. en una mochila portabebé o cargador) en los puntos críticos de contaminación y alrededor de ellos, mientras sea seguro hacerlo, también puede aumentar la altura de su zona de respiración y brindar la oportunidad de exponerlos lejos de las fuentes para reducir su exposición.
- Los miembros de la comunidad pueden considerar dejar espacio para barreras verdes (p.ej. setos) entre las vías y edificios principales, pasarelas, ciclovías, etc. al planificar cualquier desarrollo en terrenos privados.



## HECHO #8

EL TIPO DE COCHECITO O SILLA DE PASEO PUEDE MARCAR UNA DIFERENCIA APRECIABLE EN LA EXPOSICIÓN DE LOS PASAJEROS DURANTE EL CAMINO AL COLEGIO. POR EJEMPLO, LA CONCENTRACIÓN DE NÚMERO DE PARTÍCULAS PUEDE SER DE HASTA UN 72% MÁS ALTA EN EL ASIENTO INFERIOR DE UN COCHECITO DOBLE CON DIFERENTES ALTURAS QUE EN EL ASIENTO SUPERIOR.



El primer metro desde el nivel de la vía, donde las emisiones de escape del vehículo se encuentran con el aire ambiente, coincide con la altura de respiración de los niños pequeños o de los coches de paseo y, por lo tanto, es una zona de alto riesgo de exposición a la contaminación del aire.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Recuerda caminar sobre el andén, calzada peatonal, vereda o banqueta, por el lado más alejado del borde de la vía, para alejarte de la contaminación.

### COLEGIO

- Se podrían proporcionar áreas de espera dedicadas para los padres con cochecitos, que estén alejadas de los espacios de estacionamiento de vehículos y a alturas elevadas con respecto al suelo.

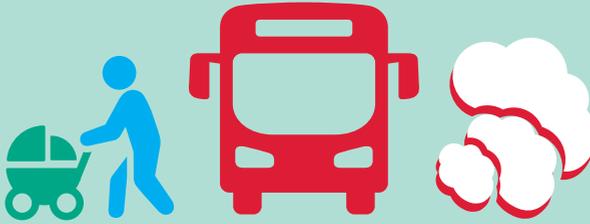
### COMUNIDAD

- Siempre que sea posible, los padres deben evitar llevar cochecitos o sillas de paseo cerca de vías concurridas y/o con tráfico lento o en espera, y pueden optar por cochecitos con vista hacia los para padres, en lo posible.
- El control activo en la fuente (p.ej. reducir el uso del vehículo) siempre será más efectivo que cualquier estrategia pasiva para proteger al receptor. Sin embargo, cualquier padre que esté considerando un nuevo cochecito o silla de paseo debería considerar la altura de respiración dentro del coche.



## HECHO #9

IMPLEMENTAR CUBIERTAS APROBADAS/CON SELLO DE SEGURIDAD EN LOS COCHECITOS O SILLAS DE PASEO, ESPECIALMENTE ALREDEDOR DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN, COMO INTERSECCIONES DE TRÁFICO O PARADAS DE AUTOBÚS, PODRÍA REDUCIR LA EXPOSICIÓN DE LOS NIÑOS PEQUEÑOS A PARTÍCULAS FINAS EN MÁS DE UN TERCIO DURANTE LOS TRAYECTOS ESCOLARES.



Idealmente, las fundas para cochecitos o sillas de paseo deben usarse cerca de vías concurridas o en puntos críticos de contaminación.

### NIÑOS Y JÓVENES

- Si la silla de paseo tiene una cubierta o forro para lluvia, puedes usarla para protegerte de la contaminación cerca de la vía.

### COLEGIO

- Los colegios pueden promover medidas de mitigación para los padres/cuidadores tales como elegir rutas alternativas y de poco tráfico, minimizar el tiempo que pasan en los puntos críticos de contaminación y usar cubiertas de cochecitos cuando corresponda. Los colegios también deben indicar claramente cualquier área de espera disponible en las instalaciones del colegio para padres con sillas de paseo.

### COMUNIDAD

- Las cubiertas impermeables/sólidas para cochecitos se pueden utilizar por períodos cortos en condiciones de clima frío en puntos críticos de contaminación (p.ej. intersecciones de tráfico y paradas de autobús) como barreras físicas entre las emisiones de escape del vehículo y las zonas de respiración en el cochecito. No hay evidencia científica disponible para decir si las cubiertas transpirables (p.ej. para protección solar) son igualmente efectivas.
- El uso de la cubierta del cochecito no se recomienda por períodos prolongados, para evitar la acumulación de dióxido de carbono, ni en condiciones de clima cálido.

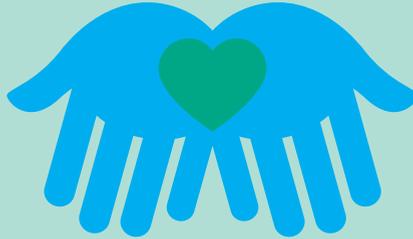


GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## HECHO #10

LA PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD EN EL DISEÑO CONJUNTO Y LA CREACIÓN CONJUNTA DE INICIATIVAS CIENTÍFICAS DE CALIDAD DEL AIRE HA DEMOSTRADO MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE CÓMO LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE AFECTA LA SALUD HUMANA Y AYUDAR A LAS PERSONAS A TOMAR DECISIONES INFORMADAS PARA MITIGAR LA EXPOSICIÓN COTIDIANA.



Los colegios y los residentes locales no sólo deben participar en los estudios de ciencia ciudadana, sino que deben ser socios activos con los investigadores, siguiendo un enfoque de tres frentes de: (i) inclusión (p.ej. presentación de seminarios y talleres para involucrar a personas de diversas características sociodemográficas); (ii) colaboración (es decir, interacción continua entre investigadores, comunidades y formuladores de políticas); y (iii) reciprocidad (p.ej. debate entre científicos ciudadanos con respecto a los resultados de su investigación).

### NIÑOS Y JÓVENES

- Participa en actividades de recolección de datos como una experiencia práctica.
- Comparte tus experiencias con amigos y familiares para reflexionar sobre este problema y reforzar buenas prácticas.

### COLEGIO

- Los colegios pueden participar en el diseño de estudios, como en el desarrollo conjunto de objetivos de investigación y la identificación conjunta de ubicaciones de muestreo.
- Los colegios deben apoyar la recopilación de datos, compartir los hallazgos con los padres/tutores y los niños, y adoptar buenas prácticas (tanto en términos de rigor científico como de cualquier medida de control de exposición identificada) para dar ejemplo.

### COMUNIDAD

- Las comunidades pueden participar co-creando y co-implementando estudios, asegurando así que estos estudios y sus hallazgos tengan un amplio impacto público.
- Pueden facilitar el acceso a los colegios locales, lugares y otros entornos para talleres, recopilación de datos, etc., y pueden participar como individuos.



# AGRADECIMIENTOS

Agradecemos y apreciamos el apoyo recibido de: la beca Living Lab de la Universidad de Surrey (2019-20) para sostener las actividades del Guildford Living Lab; el proyecto iSCAPE (Mejora del control inteligente de la contaminación del aire en Europa), financiado por el Programa H2020 de la Comunidad Europea en virtud del Acuerdo de subvención nº 689954; los proyectos de becas de doctorado EPSRC (1948919 y 2124242); y el proyecto INHALE (Evaluación de la salud a través de escalas de longitud biológica para la exposición a la contaminación personal y su mitigación), financiado por el EPSRC en virtud de la Subvención N° EP / T003189 / 1.

## Gracias a los revisores y partidarios (en orden alfabético):

- Kate Alger, Jen Gale, Victoria Hazel, Sadhana Shishodia, Idil Spearman, Rachel Spruce (parents, Sandfield Primary School, Guildford)
- Maria de Fátima Andrade (Professor, University of Sao Paulo, Brazil)
- Simon Birkett (Clean Air in London)
- Stuart Cole (Oxfordshire County Council)
- Silvana Di Sabatino (Professor, University of Bologna, Italy)
- Claire Dilliway (parent, Elm Wood Primary School, London)
- Gary Durrant, Justine Fuller (Guildford Borough Council)
- Stephen Holgate (Professor, UKRI NERC Clean Air Champion)
- Stephen Jackson (Headteacher, Valley Primary School Bromley)
- Neil Lewin (Headteacher, St Thomas of Canterbury Catholic Primary School, Guildford)
- Paul Linden (Professor, University of Cambridge)
- Antti Makela (Finnish Meteorological Institute, Finland)
- Lidia Morawska (Professor, Queensland University of Technology, Brisbane)
- Francesco Pilla (Associate Professor, University College Dublin, Ireland)
- Caroline Reeves (Leader of Guildford Borough Council)
- Dave Scarbrough (RBWM Climate Emergency Coalition)
- Arun Sharma (Professor, President, Society for Indoor Environment, India)
- Ian Steers (Founder CESA, Climate Emergency in the Sunnings and Ascot)
- Andrew Strawson (Chair, Merrow Residents' Association, Guildford)
- Catherine Sutton (Director of Airborne Allergy Action)
- Burpham Community Association, Guildford
- Guildford Living Lab and GCARE members

## Descargo de responsabilidad

El contenido de este documento presenta exclusivamente los puntos de vista y las experiencias de los autores y no refleja necesariamente los puntos de vista de las agencias de financiación o partidarios/revisores, ni sus respectivas agencias y/o instituciones de financiación. Las recomendaciones contenidas en este documento fueron extraídas de la literatura científica publicada. Aunque las intervenciones sugeridas son importantes, no son exhaustivas. Actualmente existe una falta de literatura revisada por pares sobre ciertos temas de los cuales extraer evidencia, y nuestras recomendaciones deben, por lo tanto, tratarse como consideraciones generales y preliminares en lugar de prescriptivas para cualquier circunstancia específica. La creciente base de conocimientos facilitará mejoras en esta orientación en el futuro.

# CONTACTO

Professor Prashant Kumar  
Founding Director, Global Centre for Clean Air Research (GCARE)  
University of Surrey, UK  
p.kumar@surrey.ac.uk  
T: +44 (0)1483 682762  
W: <https://www.surrey.ac.uk/people/prashant-kumar>  
Twitter: @AirPollSurrey Twitter: @pk\_shishodia





University of Surrey  
Guildford, Surrey GU2 7XH

GCARE@surrey.ac.uk  
surrey.ac.uk/gcare

*Hemos hecho todos los esfuerzos razonables para asegurarnos de que la información en esta publicación era correcta al momento de su impresión en mayo de 2020, pero no podemos aceptar responsabilidad por alguna inexactitud en la información publicada, y la información podría cambiar en algún momento sin notificación. Para la información más reciente y actualizada, por favor visita nuestro sitio web [surrey.ac.uk/gcare](http://surrey.ac.uk/gcare)*



UNIVERSITY OF  
SURREY



Engineering and  
Physical Sciences  
Research Council



iSCAPE H2020-SC5-04-2015  
Grant Agreement No. 689954



Natural  
Environment  
Research Council