

ISSN 0120-4157

# Biomédica

Revista del Instituto Nacional de Salud

## PUBLICACIÓN ANTICIPADA EN LINEA

El Comité Editorial de *Biomédica* ya aprobó para publicación este manuscrito, teniendo en cuenta los conceptos de los pares académicos que lo evaluaron. Se publica anticipadamente en versión pdf en forma provisional con base en la última versión electrónica del manuscrito pero sin que aún haya sido diagramado ni se le haya hecho la corrección de estilo.

Siéntase libre de descargar, usar, distribuir y citar esta versión preliminar tal y como lo indicamos pero, por favor, recuerde que la versión impresa final y en formato pdf pueden ser diferentes.

### Citación provisional:

**Agudelo-Londoño SM, Blanco-Becerra LC, Hernández MR, Suárez-Morales ZB, Mantilla-León LC, Solís N.** Injusticia ambiental en la calidad del aire para repartidores de plataformas digitales de Bogotá, Colombia, 2021. *Biomédica*. 2024;44 (3).

Recibido: 27-10-23

Aceptado: 22-05-24

Publicación en línea: 17-06-24

**Injusticia ambiental en la calidad del aire para repartidores de plataformas digitales de Bogotá, Colombia, 2021.**

**Environmental injustice in air quality for digital platform delivery workers in Bogotá, Colombia, 2021.**

**Injusticia Ambiental en Bogotá, Colombia**

Sandra Milena Agudelo-Londoño <sup>1</sup>, Luis Camilo Blanco-Becerra <sup>2</sup>, Mabel Rocío Hernández <sup>1</sup>, Zuly Bibiana Suárez-Morales <sup>1</sup>, Laura Clemencia Mantilla-León <sup>3</sup>, Nathalia Solís <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Salud Pública, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C., Colombia

<sup>3</sup> Escuela de Ciencias Humanas, Universidad del Rosario, Bogotá D.C., Colombia

**Correspondencia:**

Sandra Milena Agudelo-Londoño, Instituto de Salud Pública, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia.

sandra.agudelo@javeriana.edu.co

**Contribución de los autores:**

Todos los autores participaron en la conceptualización del estudio, el análisis de los datos, la preparación de borradores, revisión de documentos y edición del artículo.

**Introducción.** La calidad del aire es un asunto de interés para la salud pública por el rápido deterioro en países de bajos y de medianos ingresos, y los efectos de un aire contaminado en la salud de las poblaciones.

**Objetivo.** Explorar las condiciones de la calidad del aire en las que los repartidores de plataformas digitales desarrollan su trabajo en las localidades de Kennedy y Usaquén en Bogotá, D.C., 2021.

**Materiales y métodos.** Estudio mixto convergente paralelo basado en cuatro fuentes de información: 1. Observación etnográfica en cinco ubicaciones comerciales de las dos localidades. 2. Monitoreo de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en 56 rutas de reparto empleando un equipo de bajo costo. 3. Bitácoras diarias de los recorridos que apoyaron la interpretación de los datos del equipo. 4. Entrevista semiestructurada con el rutero para explorar sus percepciones frente a los peligros durante las rutas.

**Resultados.** Se identificaron diferencias en las condiciones de trabajo, las percepciones y las exposiciones a material particulado para los repartidores entre las dos localidades de estudio que constituyeron fuentes de injusticia ambiental. Los recorridos que realizaron los repartidores en la localidad de Kennedy registraron mayores concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>; las fuentes de contaminación atmosférica identificadas por los repartidores mostraron los peores parámetros en Kennedy.

**Conclusiones.** Se evidenció que la calidad del aire, el equipamiento urbano, la infraestructura vial, las fuentes móviles y la ubicación geoespacial son elementos que marcan la presencia de injusticia ambiental para los repartidores. Para disminuir esta inequidad es necesario que las plataformas de reparto digital y el gobierno distrital implementen estrategias que reduzcan la

exposición y emisión de contaminantes del aire con el fin de proteger la salud de los repartidores de plataformas.

**Palabras clave.** condiciones de trabajo; calidad del aire; equidad en salud; justicia ambiental; justicia social; tecnología de bajo costo; material particulado.

**Introduction.** Air quality is a matter of interest for public health due to its rapid deterioration in low- and middle-income countries and the effects of polluted air on the health of populations.

**Objective.** Explore the air quality conditions in which digital platform delivery workers carry out their work between the localities of Kennedy and Usaquén in Bogotá, D.C., 2021.

**Materials and methods.** Parallel convergent mixed study based on four sources of information: 1. Ethnographic observation in five commercial locations in the two localities. 2. Monitoring of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in 56 delivery routes using a low-cost sensor. 3. Daily logs of the routes that supported the interpretation of the team's data. 4. A semi-structured interview with the router to explore his perception of the dangers during the routes.

**Results.** Elements were identified between the two study locations that cause environmental injustice among digital platform delivery workers. The routes made by the delivery drivers in the locality of Kennedy registered higher concentrations of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, compared to the values observed in Usaquén; the sources of air pollution identified by the delivery drivers through ethnographic observation and the logbook of the router showed that the worst parameters were located in Kennedy.

**Conclusions.** It was evidenced that air quality, urban equipment, road infrastructure, mobile sources and geospatial location are elements that mark the presence of environmental injustice for the delivery drivers of digital platforms in the study localities. To reduce this inequity, it is necessary for digital delivery platforms and the district government to implement strategies

that reduce the exposure and emission of air pollutants in order to protect the health of digital platform delivery.

**Key words:** Working conditions; air pollution; health equity; environmental justice; social justice; low cost technology; particulate matter

La calidad del aire es un asunto de interés para la salud pública a nivel planetario (1); en especial, por el rápido deterioro de esta en países de bajos y medianos ingresos (2) y los efectos de un aire contaminado en la salud de las poblaciones, que se expresa en mayor carga de morbilidad y mortalidad, con énfasis en los grupos más vulnerables como las personas mayores e infantes (2). De tal manera, es central la pregunta por el efecto diferencial de la calidad del aire sobre la salud de las personas en mayor vulnerabilidad frente a la contaminación, como por ejemplo quienes se desempeñan como repartidores de plataformas digitales (3).

En grandes ciudades del sur global como Bogotá, con 7,9 millones de habitantes a 2022 (4), la contaminación del aire por partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) ha presentado una leve tendencia al aumento en los últimos años (5), además de exceder la norma anual guía de calidad del aire establecida por la Organización Mundial de la Salud (15 µg/m<sup>3</sup>). Esto ha significado una mayor exposición de las poblaciones a posibles efectos deletéreos sobre su salud (6-8); aunque, la evidencia sobre la exposición a contaminantes en el aire y sus impactos sobre la salud de los trabajadores que se desempeñan como repartidores de plataformas digitales sigue siendo escasa.

En la ciudad el trabajo de domicilios en calle mediado por plataformas digitales es un fenómeno en crecimiento, tal como está pasando en el mundo (9).

Ejercido principalmente por jóvenes, mujeres, migrantes y personas que no encuentran empleos formales, en medio de economías cada vez más informales (10), la salud de los repartidores de plataformas digitales debe ser un asunto de interés para gobiernos y sociedad en general.

El trabajo de reparto digital mediado por plataformas promete diversas ventajas a los repartidores, entre otras, la flexibilidad en jornadas, la autonomía del repartidor y los ingresos inmediatos. Sin embargo, se ha evidenciado que el control algorítmico por las plataformas de reparto, la ausencia de legislación laboral y otras circunstancias propias del modelo de negocio digital (11) precarizan las condiciones reales de trabajo de los repartidores, exponiéndolos diferencialmente a riesgos específicos de sus condiciones de trabajo.

En ese sentido, un riesgo particular del reparto digital es que requiere ser ejecutado físicamente en la calle (12), con los peligros propios de espacios urbanos como la posibilidad de incidentes viales, las condiciones climáticas representadas por la lluvia y la radiación solar, la inseguridad por robos y la contaminación del aire.

La calidad del aire se mide en función de las concentraciones de contaminantes como el material particulado, además de los olores ofensivos y el ruido que se presentan en un entorno que, en el caso de las ciudades, está determinada por las edificaciones, el equipamiento urbano, la infraestructura vial, las fuentes móviles y la ubicación geoespacial (13). De esta manera, las poblaciones están expuestas socio-espacialmente (14) a distintas calidades en el aire (15). Pero, estas condiciones no son solo naturales (como el caso de la ubicación geográfica o las corrientes de aire según la topografía de la región), sino que son, también, producto de políticas públicas, acciones y omisiones gubernamentales que expresan lógicas desiguales e, incluso, inequitativas hacia las poblaciones.

Estudiar lo ambiental desde una perspectiva de equidad no es nuevo. La inequidad ambiental aborda “todo prejuicio indebido en la distribución de las



cargas ambientales entre los grupos de población” que tienen el potencial de dañar o promover la salud (16), resaltando el componente ético que refleja un juicio moral implícito de que las desigualdades ambientales son injustas, “evitables, inmerecidas y remediables” (17) y necesitan ser rectificadas como un imperativo moral (14). El concepto de justicia ambiental, que se nutre de diversas vertientes teóricas -desde los debates sobre justicia distributiva de Rawls en relación con los bienes y riesgos ambientales hasta las perspectivas tradicionales de la epidemiología ambiental (18)-, se preocupa por “la distribución equitativa de las cargas y beneficios ambientales entre todas las personas de la sociedad, considerando en dicha distribución el reconocimiento de la situación comunitaria y de las capacidades de las personas y su participación en la adopción de las decisiones que los afectan” (19). Así, una apuesta por la justicia ambiental para los trabajadores de plataformas orienta este análisis de las condiciones diferenciales de la calidad del aire en los lugares donde desempeñan su actividad los repartidores de plataformas digitales en la ciudad de Bogotá a través de la comparación de dos localidades geográfica, económica y socio-ambientalmente opuestas: Kennedy y Usaquén. Bogotá, la capital de Colombia, es una ciudad sobre la Cordillera de los Andes a 2600 msnm, la cual está organizada socio-espacialmente en 20 localidades. Según la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) las localidades de Kennedy (al suroccidente de la ciudad) y Usaquén (al nororiente) presentan históricamente los valores promedio más distantes de material particulado de 10 y 2.5 micras respectivamente ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  por sus siglas internacionales); llegando a superar, en el caso de Kennedy, el valor guía anual de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2). Además, estas

dos localidades son muy distintas en términos socioeconómicos y demográficos, Kennedy, la localidad de mayor población en la ciudad, cuenta con más de un millón de habitantes, donde más del 90% son de ingresos medios-bajos (20) y presenta una alta ocupación de trabajadores informales. Usaquén, por su parte, tiene 500 mil habitantes con los mayores ingresos de la ciudad y una alta tasa de ocupación formal (21). Sumado a esto, las dos localidades muestran alta concentración de repartidores por la presencia de grandes superficies comerciales.

En ese sentido, el análisis de la injusticia ambiental propuesto pasa por indagar por el rol que los lugares donde se desarrolla el trabajo de plataformas tienen en la posible distribución inequitativa de las cargas ambientales sobre grupos poblacionales específicos. Se reconoce así que todo trabajo en calle tiene exposiciones ambientales diferenciales comparado con trabajos y ocupaciones bajo techo; pero que, los repartidores al tener un trabajo móvil, con alta demanda respiratoria constituyen un tipo de trabajo contingente que requiere ser analizado en sí mismo. En especial, porque los repartidores deben realizar sus entregas contra reloj e incesantes desplazamientos en sus bicicletas en las mismas zonas; además, porque los lugares donde realizan sus actividades de reparto no son seleccionados solo bajo la decisión propia del repartidor, sino que hacen parte de complejas redes de distribución de productos y servicios, así como de dinámicas de asignación geográfico-algorítmicas invisibles para el repartidor y controladas por las plataformas digitales de reparto”. Teniendo en cuenta estas particularidades, el objetivo del presente trabajo fue explorar, en clave de justicia ambiental, las condiciones de la calidad del aire en las que los repartidores de plataformas digitales desarrollan su trabajo en Bogotá, D.C., en

una lectura comparada entre dos localidades socioeconómicamente opuestas en 2021.

### **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio mixto convergente paralelo (22), para explorar las condiciones de la calidad del aire entre los lugares con mejores y peores concentraciones de material particulado en Bogotá, D.C. Para seleccionarlos se acudió a los datos de la RMCAB, identificando las localidades con mayor y menor promedio anual de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  en 2019, eligiendo a Kennedy y Usaquén, respectivamente. El estudio se basó en cuatro fuentes de información: primero, durante el 23 de julio y el 12 de agosto de 2021 se llevó a cabo un ejercicio de observación etnográfica en cinco lugares de vocación comercial reconocidos por su alta concentración de repartidores. Con ellos se conversó sobre sus percepciones frente al ambiente y los contaminantes a los cuales se exponen, y estas interacciones constituyeron parte del reporte etnográfico. Con los repartidores seleccionados por muestreo en conveniencia, se reconstruyeron un total de 56 rutas de reparto en estas localidades (Usaquén: 27 y Kennedy: 29). En estas rutas se midió  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  con el equipo de monitoreo de material particulado de bajo costo *AirBeam*® (23), ubicado a la altura del pecho de un ex-repartidor (en adelante rutero) haciendo las rutas en bicicleta, como segunda fuente de datos. El monitoreo se realizó en Usaquén del 6 al 9 agosto del 2021 y en Kennedy del 10 al 15, siendo conducido entre las 11:00 y 19:00 horas como las franjas con mayor demanda de pedidos. La tercera fuente de información estuvo constituida por bitácoras diarias de los recorridos realizados por el rutero, para proveer información contextual que apoyara la interpretación de los datos del equipo. Finalmente,

se realizó una entrevista semiestructurada con el rutero para explorar sus percepciones frente a los peligros a los que estuvo expuesto durante la ejecución de las rutas. El presente estudio se desarrolló durante el tercer trimestre del año 2021, donde aún continuaba la emergencia sanitaria por COVID-19 prorrogada hasta el 31 de agosto de 2021 mediante la Resolución 738 de 2021 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social; a fecha del 1 de agosto de 2021 Bogotá alcanzaba la cifra de 5 millones de vacunas aplicadas contra el COVID-19 entre sus habitantes, logrando de esta manera llegar al 50% para obtener la inmunidad de rebaño (24); sumado a lo anterior, la ciudad presentaba para 2021 una muy significativa reactivación de la economía y de empleo, con un crecimiento del 10,3% y una recuperación de cerca del 92% de los niveles de ocupación (25). El trabajo contó con la aprobación del Comité de ética e investigación de la Universidad del Rosario en Colombia.

Los datos de las mediciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  fueron almacenados en Microsoft Excel 2013. Se verificó completitud, consistencia interna y calidad de los datos. Las bases depuradas fueron analizadas en STATA versión 11 y SPSS versión 28. Para estimar las diferencias en las concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  medidas por segundo entre las dos localidades se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney significativa al 5%. Además, se realizaron análisis espaciales de las rutas en las dos localidades, empleando el programa ArcGis versión 10.8.

El audio de la entrevista fue transcrito *verbatim*, así como la observación etnográfica y las bitácoras en Microsoft Word. Los datos fueron codificados manualmente mediante análisis de contenido inductivo buscando extraer

conclusiones sustanciales. Todos los informantes participaron voluntariamente después de obtener su consentimiento informado. Los datos personales fueron anonimizados desde su obtención. La triangulación metodológica de las fuentes se logró a través del diálogo entre los análisis cuantitativos y las fuentes interpretativas obtenidas (26). Se logró saturación teórica.

Esta investigación fue financiada mediante el proyecto de investigación “El rol de las Plataformas Digitales en el Desarrollo Sostenible: Un análisis de las condiciones de trabajo, salud y ambiente de repartidores digitales, Bogotá D.C, Colombia”, por el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe y las Universidades del Rosario, Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad de los Andes en Colombia.

## **Resultados**

Para explorar las condiciones de la calidad del aire a la que se exponen los repartidores de plataformas digitales en Bogotá en clave de justicia ambiental, se presentan los análisis triangulados del monitoreo de material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) en las dos localidades seleccionadas junto con la observación etnográfica, las bitácoras y la entrevista desarrollada con el rutero en 2021.

En relación con el material particulado, con el equipo AirBeam® se muestrearon efectivamente un total de 27.550 segundos de  $PM_{10}$  en Usaquén y 26.638 segundos en Kennedy. El promedio de concentración de este por segundo fue de  $9,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Usaquén y de  $14,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en Kennedy. En Usaquén en el 3% de los segundos -equivalentes a 14 minutos- se encontraron picos de concentraciones por encima de los  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y para Kennedy, en 22 minutos se superó el valor estándar establecido por OMS (2).

Con respecto al PM<sub>2.5</sub>, en Usaquén se midieron 27.050 segundos y en Kennedy, 26.638 segundos. El promedio de concentración por segundo fue mayor en Kennedy que en Usaquén (9,94 µg/m<sup>3</sup> contra 6,78 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente). En Kennedy en 89 minutos se presentaron picos mayores al valor 24 horas de 15 µg/m<sup>3</sup> establecido por la OMS (2); mientras en Usaquén este valor se superó en 45 minutos.

Las diferencias entre las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en las dos localidades fueron significativas (p<0,000), con mayores picos de exposición en Kennedy. Como el AirBeam ® facilita la identificación espacial de los puntos de mayor concentración de contaminantes, en la figura 1 se presentan los valores por segundo de PM<sub>2.5</sub> del tercer día de la observación, donde se registraron los datos más altos. Ese día se ejecutaron ocho rutas en Kennedy con un acumulado de 56 minutos de exposición a PM<sub>2.5</sub> en concentraciones mayores a 15 µg/m<sup>3</sup> y una concentración máxima por segundo de 273 µg/m<sup>3</sup>.

Para contextualizar el análisis de las concentraciones de material particulado desde las percepciones construidas en los sitios, se identificaron las principales fuentes emisoras en ambas localidades a través de la observación etnográfica y la bitácora del rutero. Así, la reparación de la malla vial, las vías no pavimentadas, las zonas de construcción, la poda de zonas verdes, las emisiones de los buses y otros vehículos pesados y los puestos de comidas rápidas en la calle que utilizan carbón o madera fueron identificadas en las diferentes fuentes de información, reportando peores condiciones para Kennedy. En ese sentido, el cuadro 1 presenta extractos del diario de observación etnográfica, de las bitácoras de ruta y de la entrevista con el rutero

organizados según los principales contaminantes del aire percibidos durante el trabajo de reparto y la observación en sitio.

Con base en lo reportado en el Cuadro 1 fue posible identificar las percepciones sobre: a) los contaminantes, b) las fuentes emisoras, c) las condiciones de exposición percibidas y d) las molestias referidas durante el trabajo de reparto como insumos para ampliar la lectura de la calidad del aire en clave de justicia ambiental en las localidades de estudio.

Así, los vehículos aparecieron como la mayor fuente percibida de contaminación auditiva para ambas localidades, especialmente en las horas de alto tráfico. El rutero identificó, además, a los bares en Usaqué y a la maquinaria pesada en Kennedy como fuentes de ruido relevantes. Los olores ofensivos, por su parte, se reportaron solo en Kennedy por su cercanía con un frigorífico (área de sacrificio de bovinos y porcinos) y el Río Tunjuelo. En relación con las molestias percibidas se encontró que la irritación de los ojos y la suciedad del cuerpo al final de la jornada fueron incomodidades comunes asociadas con el material particulado presente en las vías por donde transitan. Si bien estas se reportaron en las dos localidades, eran más frecuentes en Kennedy (cCuadro 1). Vale la pena señalar que los contaminantes identificados, sus fuentes y molestias percibidas en las rutas de reparto fueron consistentes entre las diferentes fuentes de información cualitativa. En consecuencia, la calidad del aire percibida en las rutas estudiadas de reparto digital generó molestias durante las observaciones y esta percepción fue diferencial entre las localidades, siendo peor para Kennedy. Lo anterior fue coherente con el monitoreo de contaminación medido con el equipo de bajo costo *AirBeam*®.

## Discusión

Con este trabajo se identificaron diferencias significativas en las concentraciones de material particulado medido entre las dos localidades, con peores parámetros de calidad del aire para la localidad de Kennedy. En el mismo sentido, los repartidores percibieron diferencialmente que la contaminación del aire de las localidades dependía del parque automotor rodante, del estado de la malla vial, de las edificaciones y el equipamiento urbano, así como de la cercanía con fuentes hídricas contaminadas y lugares de sacrificio animal -considerando las diferencias en posición socioeconómica y ubicación geográfica de las localidades-. Ambos elementos evidencian condiciones de trabajo ambientales desiguales para los repartidores de plataformas digitales entre las dos localidades y lógicas de injusticia ambiental en el reparto digital (19).

Esta relación entre calidad del aire, equipamiento urbano y condiciones socioeconómicas (considerando que Kennedy es una localidad de menores ingresos que Usaquén) es congruente con una revisión de literatura que encontró mayores concentraciones de contaminantes del aire en lugares donde habitan las comunidades de más bajo nivel socioeconómico (27). En India, uno de los países más contaminados del mundo, se encontraron mayores concentraciones de PM<sub>2.5</sub> en los distritos donde habitaban las castas y tribus registradas (las más pobres del país), y la mayoría de los niños pequeños y hogares en situación de pobreza (28). Un estudio desarrollado en la región metropolitana de Santiago de Chile identificó, también, que en las zonas con peor calidad del aire residían las personas de más bajos niveles



socioeconómicos y que el aire contaminado afectaba inequitativamente a la población (29).

Un estudio realizado en 2013 en las cuatro localidades con mayores concentraciones de material particulado en Bogotá encontró que más del 80% de las personas tenían una percepción negativa sobre la calidad del aire y que, más de la mitad señalaron al transporte como la principal fuente de contaminación (30). En el mismo sentido, un trabajo realizado con vendedores informales del centro de Medellín en 2020 permitió identificar a los vehículos, las chimeneas y la quema de basura y/o de llantas como fuentes que aumentaban las emisiones, en especial, en las horas de la tarde y en zonas de alto tráfico como paraderos de buses y vías principales (31).

A pesar de las diferencias metodológicas entre los estudios mencionados y las condiciones de las dos ciudades (Medellín y Bogotá), los hallazgos anteriormente descritos fueron consistentes con los resultados de este trabajo, en la medida que la percepción de los ciudadanos frente a la calidad del aire no se agota en decir si esta es buena o mala, sino, también, las posibles fuentes de emisión y las molestias percibidas, es decir, los ciudadanos no solo son receptores de este, sino sujetos de la gobernanza del aire que respiran (32). En este marco, en las investigaciones sobre los repartidores de plataformas digitales, es necesario vincular otros actores al debate, otras lógicas en las mediciones y en las percepciones y otras preguntas que permiten avanzar en un modelo de gobernanza del aire en clave de justicia ambiental.

Cabe anotar que, para medir la calidad del aire se requieren equipos especiales que pueden ser costosos, por esto, el uso de equipos de bajo costo, como el utilizado en esta investigación, ha sido una preocupación en los

últimos años. Prueba de ello son los trabajos que se han venido realizando en el campo de la ciencia ciudadana, como el de espacios libres de humo de tabaco de Kentucky (33), también, el ejecutado en vecindarios de bajos recursos económicos con adultos mayores (34), así como en ciclorrutas en Medellín, Colombia (35). Si bien equipos como el *Airbeam*® no tienen la misma precisión y exactitud que aquellos de los sistemas de vigilancia de calidad del aire, sí suministran una aproximación a la exposición real de las personas en sus lugares de permanencia y presentan buenas métricas de medición cuando son usados de acuerdo con el entorno (35-37), evidenciando que estos son una herramienta práctica y económica para estimar las concentraciones de contaminantes en el aire, tanto en espacios interiores como exteriores.

Finalmente, como resultado del estudio surgen recomendaciones en diferentes niveles. Desde una lógica proximal a los repartidores, una de las recomendaciones está encaminada a mejorar sus condiciones de protección personal, minimizando la exposición al material particulado en límites no seguros, creando así condiciones de menor desventaja con su contraparte en la otra localidad. Además, hacia las plataformas de reparto digital se recomienda reducir la exposición a contaminantes del aire de los repartidores mediante la formulación de rutas seguras en donde las concentraciones de material particulado sean las de menor valor (36,38,39), sumado a la entrega de elementos de protección personal dirigidos a mitigar su exposición. De tal manera que las condiciones de trabajo y empleo de los repartidores que constituyen una desigualdad injusta y evitable entre las dos localidades deben analizarse a la luz de las particularidades del trabajo de plataformas y cómo las

prácticas propias de este podrían exponer a mayores vulnerabilidades a estos trabajadores en contextos que ya son ambientalmente riesgosos para la salud, como el demostrado en las mediciones de la calidad del aire en la localidad de Kennedy. En un sentido más amplio, también es cierto que concentrarse en la respuesta ocupacional deja la desigualdad estructural sin resolver, por lo que una recomendación estructural pasa por poner en marcha el Plan Estratégico para la Gestión Integral de la Calidad del Aire de Bogotá – Plan Aire 2030 por parte del Distrito y con énfasis en Kennedy. Como una hoja de ruta para la incorporación de tecnologías de cero y bajas emisiones a la flota vehicular del transporte público, de la reducción de emisiones de transporte urbano de carga, de la pavimentación de vías, de la priorización ambiental y mejora del barrido mecánico en la malla vial y del aumento de individuos arbóreos en la localidad y la ciudad, para con ello mejorar la calidad del aire al que están expuestos los repartidores de plataformas digitales de Bogotá. Finalmente, una necesaria reflexión y gestión motivada por los tomadores de decisiones locales, que incluya a los repartidores de plataformas, a los demás trabajadores en calle, y, en general, a la población de la localidad para adecuar su localidad como un espacio urbano saludable. Esto sería una apuesta por justicia ambiental para y con los trabajadores de plataformas.

### **Conflicto de intereses**

Ninguno declarado por los autores.

### **Financiación**

Esta investigación fue financiada mediante el proyecto de investigación “El rol de las Plataformas Digitales en el Desarrollo Sostenible: Un análisis de las condiciones de trabajo, salud y ambiente de repartidores digitales, Bogotá D.C,

Colombia”, por el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe y las Universidades del Rosario, Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad de los Andes en Colombia.

## Referencias

1. **Organización Panamericana de la Salud.** Calidad del aire. 2016. Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
2. **World Health Organization.** WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Ginebra: World Health Organization; 2021. p. 273.
3. **Kongtip P, Thongsuk W, Yoosook W, Chantanakul S.** Health effects of metropolitan traffic-related air pollutants on street vendors. Atmos Environ. 2006;40:7138-45. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.06.025>
4. **Alcaldía Mayor de Bogotá.** Población en Bogotá D.C 2005-2035. 2024. Fecha de consulta: 21 de marzo de 2024. Disponible en: <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/piramide-poblacional-bogota-d-c>
5. **Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá.** Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2022. 2023. Fecha de consulta: 21 de marzo de 2024. Disponible en: <http://rmcab.ambientebogota.gov.co/Pagesfiles/Informe%20anual%202022.pdf>
6. **Rodríguez-Villamizar LA, Rojas-Roa NY, Blanco-Becerra LC, Herrera-Galindo VN, Fernández-Niño JA.** Short-term effects of air pollution on respiratory and circulatory morbidity in Colombia 2011–2014: A multi-city, time-series analysis. Int J Environ Res Public Health. 2018;15:1610. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081610>

7. **Morantes-Caballero JA, Fajardo Rodriguez HA.** Effects of air pollution on acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a descriptive retrospective study (pol-AECOPD). *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2019;14:1549-57. <https://doi.org/10.2147/copd.s192047>
8. **Rodríguez-Villamizar LA, Rojas-Roa NY, Fernández-Niño JA.** Short-term joint effects of ambient air pollutants on emergency department visits for respiratory and circulatory diseases in Colombia, 2011-2014. *Environ Pollut.* 2019;248:380-7. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.028>
9. **Woodcock J, Graham M.** The gig economy: A critical introduction. Oxford, England: Polity Press; 2019.
10. **Sánchez Vargas DY, Maldonado Castañeda OJ, Hernández MR.** Technolegal expulsions: Platform food delivery workers and work regulations in Colombia. *J Labor Soc.* 2022;25:33-59. <http://dx.doi.org/10.1163/24714607-bja10009>
11. **Huang H.** Algorithmic management in food-delivery platform economy in China. *New Technol Work Employ.* 2023;38:185-205. <http://dx.doi.org/10.1111/ntwe.12228>
12. **López Rodríguez J.** La prevención de riesgos laborales en el trabajo a demanda vía aplicaciones digitales. *Lan Harremanak Rev Relac Labor.* 2019;41:42–62. <https://doi.org/10.1387/lan-harremanak.20876>
13. **Vallero DA.** Fundamentals of Air Pollution. 4th ed. San Diego, CA, USA: Academic Press; 2008.
14. **O'Neill MS, Kinney PL, Cohen AJ.** Environmental equity in air quality management: local and international implications for human health and climate

change. *J Toxicol Environ Health Part A*. 2008;71:570–7.

<https://doi.org/10.1080/15287390801997625>

15. **Gouveia N, Kephart JL, Dronova I, McClure L, Granados JT, Betancourt RM, et al.** Ambient fine particulate matter in Latin American cities: Levels, population exposure, and associated urban factors. *Sci Total Environ*. 2021;772:145035. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145035>
16. **Northridge ME, Stover GN, Rosenthal JE, Sherard D.** Environmental equity and health: Understanding complexity and moving forward. *Am J Public Health*. 2003;93:209-14. <https://doi.org/10.2105/ajph.93.2.209>
17. **Dahlgren G, Whitehead M.** Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health. Stockholm, Sweden: Institute for Future Studies; 2007.
18. **Martínez Navarro JF, Antó Boque JM, Castellanos PL, Gili Miner M, Marset Campos P, Navarro López V.** Salud Pública. México: McGraw-Hill – Interamericana; 1998. p. 259-71.
19. **Hervé Espejo D.** Noción y elementos de la Justicia ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. *Rev Derecho*. 2010;23. <https://doi.org/10.4067/S0718-09502010000100001>
20. **Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá.** Observatorio de Desarrollo Económico. 2019. Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co>
21. **Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá.** Usaqué es la localidad con la tasa global de participación laboral más alta de la ciudad. 2019. Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2022. Disponible en:

<https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/mercado-laboral-general/usaquen-es-la-localidad-con-la-tasa-global-de-participacion-laboral-mas-alta#:~:text=Usaqu%C3%A9n%20registra%20la%20tasa%20global%20de%20participaci%C3%B3n%20laboral,mujeres.%20El%2062%2C6%25%20de%20los%20ocupados%20es%20asalariado>

22. **Creswell JW.** Designing and conducting mixed methods research. 2a ed. Christchurch, New Zealand: Sage Publications; 2010.

23. **HabitadMap.** Airbeam - how it works. 2022. Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.habitadmap.org/airbeam/how-it-works>

24. **Alcaldía de Bogotá.** Bogotá llegó a 5 millones de vacunas aplicadas contra el COVID-19. 2021. Fecha de consulta: 23 de marzo de 2024. Disponible en: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/salud/5-millones-de-dosis-aplicadas-contra-el-covid-19-en-bogota>

25. **Secretaria Distrital de Desarrollo Económico.** La coyuntura del empleo en Bogotá, a reactivar la aglomeración. 2021. Fecha de consulta: 23 de marzo de 2024. Disponible en: <https://desarrolloeconomico.gov.co/la-coyuntura-del-empleo-bogota-reactivar-la-aglomeracion/#:~:text=En%20el%202021%20se%20dio%20una%20muy%20significativa,va%20m%C3%A1s%20lenta%20en%20algunas%20poblaciones%2C%20particularmente%20mujeres>

26. **Samaja J.** La triangulación metodológica (Pasos para una comprensión dialéctica de la combinación de métodos). Rev Cub Salud Pública. 2018;44:431-43.

27. **Hajat A, Hsia C, O'Neill MS.** Socioeconomic disparities and air pollution exposure: A global review. *Curr Environ Health Rep.* 2015;2:440-50.  
<https://doi.org/10.1007/s40572-015-0069-5>
28. **Chakraborty J, Basu P.** Air quality and environmental injustice in India: Connecting particulate pollution to social disadvantages. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:304. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010304>
29. **Rose-Pérez R.** Environmental justice and air quality in Santiago de Chile. *Rev Salud Pública (Bogotá).* 2015;17:337–50.  
<https://doi.org/10.15446/rsap.v17n3.38465>
30. **Ariza LV, María A, Franco JF.** Percepción ciudadana sobre el impacto de la contaminación atmosférica en salud y calidad de vida: estudio piloto. 2013. Fecha de consulta: 7 de enero de 2023. Disponible en:  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=ep>
31. **Blanco Maestre SC, Soto Bravo CR.** Percepción del riesgo asociado a la contaminación del aire de trabajadores informales del centro de Medellín, en el año 2020. Medellín: Universidad de Antioquia; 2021.
32. **Quirama-Aguilar M, García Aguirre D, Gaona Quiroga L.** Gobernanza del aire: estrategia para el mejoramiento de la calidad del aire en ciudades. *Gest Ambiente.* 2021;24(Supl3):33-46.  
<https://doi.org/10.15446/ga.v24nSupl3.96609>
33. **Folkerth M, Adcock K, Singler M, Bishop E.** Citizen Science: A new approach to smoke-free policy advocacy. *Health Promot Pract.* 2020;21(1\_suppl):82S-8. <https://doi.org/10.1177/1524839919883586>
34. **Roe J, Mondschein A, Neale C, Barnes L, Boukhechba M, Lopez S.** The urban built environment, walking and mental health outcomes among older



adults: A pilot study. *Front Public Health*. 2020;8:575946.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.575946>

35. **Builes-Jaramillo A, Gómez-Bedoya J, Lopera-Uribe S, Fajardo-Castaño V.** Hotspots, daily cycles and average daily dose of PM<sub>2.5</sub> in a cycling route in Medellín. *Rev Fac Ing Univ Antioq*. 2020;96:87–99.

<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20191153>

36. **ERG - Imperial College London.** City air. 2022. Fecha de consulta: 7 de enero de 2023. Disponible en:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.ac.kcl.erg.cityair&pli=1>

37. **Borghì F, Spinazzè A, Campagnolo D, Rovelli S, Cattaneo A, Cavallo DM.** Precision and accuracy of a direct-reading miniaturized monitor in PM<sub>2.5</sub> exposure assessment. *Sensors (Basel)*. 2018;18(9).

<https://doi.org/10.3390/s18093089>

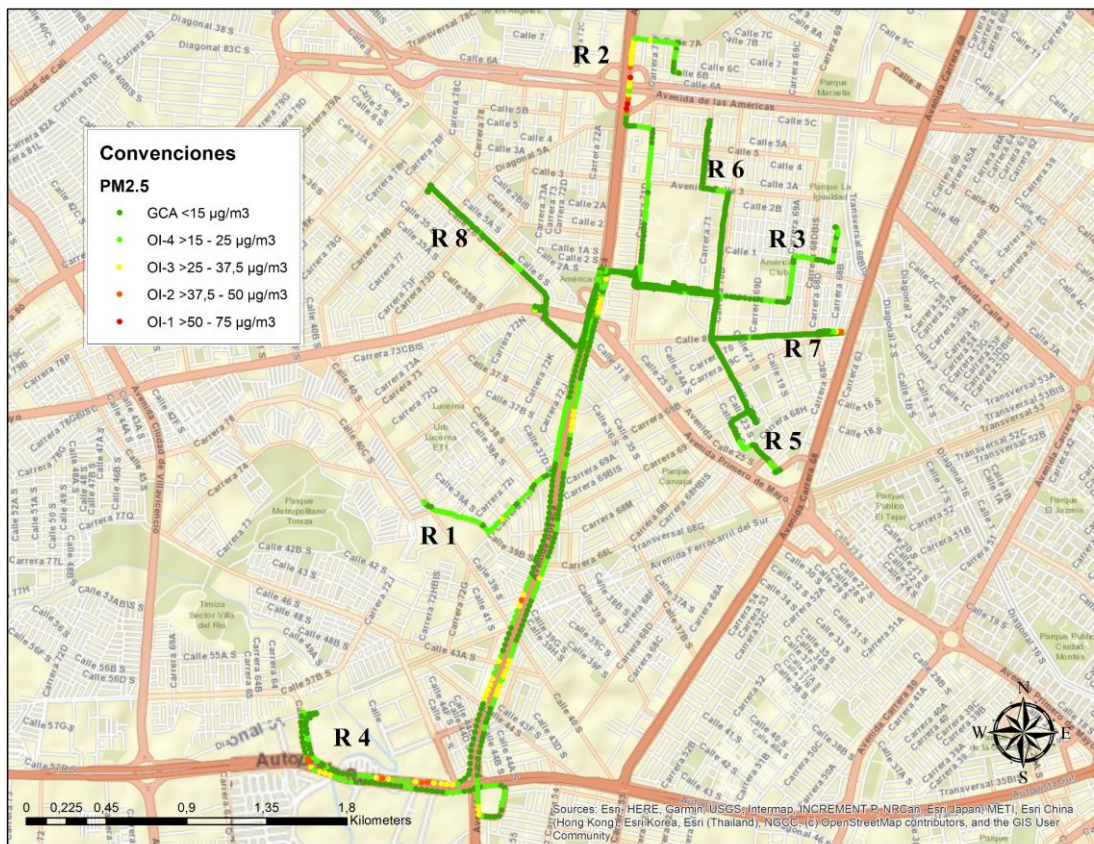
38. **Hertel O, Hvidberg M, Ketzel M, Storm L, Stausgaard L.** A proper choice of route significantly reduces air pollution exposure--a study on bicycle and bus trips in urban streets. *Sci Total Environ*. 2008;389:58-70.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.08.058>

39. **Hatzopoulou M, Weichenthal S, Barreau G, Goldberg M, Farrell W, Crouse D, et al.** A web-based route planning tool to reduce cyclists' exposures to traffic pollution: a case study in Montreal, Canada. *Environ Res*.

2013;123:58-61. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2013.03.004>

Figura 1. Concentraciones por segundo de PM<sub>2.5</sub> registradas en cada uno de los recorridos realizados el tercer día en la localidad de Kennedy. 2021



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Cuadro 1. Percepciones sobre los contaminantes del aire en el trabajo de reparto digital en dos localidades de Bogotá, D.C., 2021

<b>Contaminante del aire identificado</b>	<b>Localidad: Kennedy</b>	<b>Localidad: Usaquén</b>
<b>Material particulado (gases, polvo, humos)</b>	<p>“La irritación de los ojos lo noté en Kennedy, por los lentes, por las gafas, de pronto no me afecta tanto, pero igual si se notaba el polvo al final del día” (Entrevista rutero, 2021).</p> <p>“Por lo menos en los aspectos de la piel, al final del día, por el sudor y las partículas de polvo llegó a la casa más sucio” (Entrevista rutero, 2021).</p> <p>“Cuando los vehículos particulares y de transporte público pasan se levanta una gran cantidad de material particulado, incluso hay días que se puede observar el polvo acumulado sobre las hojas de los árboles. Cerca a esa vía queda un parqueadero que es un lote sin pavimento donde se guardan buses. Me dicen que en la autopista sur se levanta bastante polvo, por el tráfico pesado y los lotes destapados que están a un lado de la vía”. (Observación etnográfica, agosto 10, 2021).</p> <p>“Ambiente con nube de polvo por tráfico, obras en la vía y fumadores durante las rutas [de reparto]” (Bitácora rutero, agosto 15 de 2021).</p>	<p>“No es igual hacer entregas en la mañana o en la tarde, el aire se siente mucho más limpio por la mañana” (Entrevista rutero, 2021).</p> <p>“Ambiente con polvo por tráfico, construcciones, venta de arepas y fumadores durante las rutas” (Bitácora observación, agosto 9 de 2021).</p> <p>“Aunque esta es un área con alto flujo vehicular, no sentí el aire tan contaminado mientras estuve en la plazoleta del Carulla o en los parques aledaños”. (Observación etnográfica, 23-24 de julio de 2021).</p>
<b>Ruido</b>	<p>“Las rutas [de reparto] tenían [atravesaban] áreas residenciales, algunas pasaban por avenidas con tráfico alto todo el tiempo o tenían construcción para el metro, entonces las máquinas generaban ruido permanente” (Entrevista rutero, 2021).</p>	<p>“Los sonidos más frecuentes son de los automóviles y motos constantes. Cerca hay unos locales tipo bar, donde en la noche aumenta el ruido”. (Observación etnográfica, julio 23-25, 2021).</p>
<b>Olores ofensivos</b>	<p>“Afirman [los repartidores] que se siente la contaminación ... por la cercanía del matadero. También mencionan que en cierta época del año es fuerte el olor que emana del río Tunjuelo. (Observación</p>	

---

<b>Contaminante del aire identificado</b>	<b>Localidad: Kennedy</b>	<b>Localidad: Usaquén</b>
---	---------------------------	---------------------------

---

etnográfica 26 de julio, 2021)

---

Fuentes: Observación etnográfica, bitácora y entrevista del rutero