

CÁTEDRA

I+D+i en la prevención de riesgos laborales,
química verde y economía circular



Título: Presencia de partículas y fibras plásticas en entornos cerrados. Análisis y medidas de mitigación aplicadas en entornos laborales.

Miembros del Equipo (Departamento de Biología, UAM):

Dr. Gerardo Pulido Reyes

Dr. Miguel Gonzalez Pleiter

Dr. Francisco Leganés Nieto

Dr. Francisca Fernández Piñas

Duración: 7 meses (01/12/2024 – 31/07/2025).

Descripción del proyecto: La presencia de partículas microplásticas (MP) en la atmósfera ha sido documentada en la literatura científica desde hace menos de una década donde inicialmente se ha abordado este campo desde una perspectiva centrada en su depósito atmosférico en grandes ciudades. Investigaciones llevadas a cabo por Brahney y colaboradores (Science 368, 1257, 2020) revelaron que este fenómeno se da incluso en áreas protegidas donde se registraron tasas promedio de depósito de 132 MP por metro cuadrado por día. Diversos estudios sugieren que las principales fuentes de estas partículas plásticas a la atmósfera son los núcleos urbanos, dado que se han detectado valores elevados en zonas densamente pobladas. Por ejemplo, se han reportado tasas de depósito de 110 MPs por metro cuadrado por día en París (Dris et al., Mar Pollut Bull. 104, 290, 2016) y hasta 712 MPs (principalmente fibras) por metro cuadrado por día en el centro de Londres (Wright et al., Environ Int 136, 105411, 2020).

Nuestro grupo de investigación ha realizado aportaciones relevantes en este campo. Hemos llevado a cabo estudios a gran escala en diez ciudades españolas de forma simultánea, revelando una tasa mediana de depósito de 15,1 MPs por metro cuadrado por día, con valores máximos ligeramente inferiores a 100 MPs por metro cuadrado por día en Madrid y Barcelona (Edo et al., STOTEN 905, 166923, 2023; López-Rosales et al., Sci Total Environ 913, 169678, 2024). Nuestro equipo ha analizado la presencia de MPs en la atmósfera a gran altitud utilizando aviones (González-Pleiter et al., Sci Total Environ, 761, 143213, 2021), encontrando concentraciones de hasta 13,9 MPs por metro cúbico en vuelos sobre el centro de Madrid, algunas de las cuales se encontraban colonizadas por microorganismos (González-Pleiter et al., ES&T Letters, 7, 819, 2020). Además, hemos analizado el destino de MPs atmosféricos, encontrado su presencia en vías áreas de humanos (Baeza-Martínez et al., J Hazard Mater 438, 129439, 2022) y animales (Wayman et al., Sci Total Environ 170604, 2024). Pese a todas estas evidencias, la información disponible sobre la presencia de MPs en el aire de ambientes cerrados, donde los seres humanos pasan la mayor parte del tiempo, presenta una amplia variabilidad. En términos generales, se ha observado una concentración de MPs significativamente superior a la de la atmósfera, destacando especialmente la presencia de fibras microplásticas, que pueden alcanzar hasta 60 fibras por metro cúbico, una cantidad diez veces mayor que la encontrada en el aire exterior (Dris et al., Environ Pollut 221, 453, 2017). A pesar de que la investigación en este ámbito es limitada y fragmentada, los datos disponibles sugieren que los seres humanos están expuestos a niveles elevados de MPs en ambientes cerrados, especialmente de fibras sintéticas, pero la falta de caracterización exhaustiva en la mayoría de los estudios dificulta la estimación precisa de la concentración de MPs inhalables, que son los más susceptibles de afectar a la salud humana. **Actualmente, se desconoce la magnitud de la exposición a MPs y el riesgo asociado a la permanencia en espacios cerrados o en ambientes laborales donde potencialmente se liberen dichas partículas como pueden ser industrias de confección, industrias de producción de productos plásticos, reciclaje, entre otras.** Por lo que es necesario llevar a cabo investigaciones rigurosas que permitan implementar medidas efectivas de mitigación, si así fueran necesarias, para proteger la salud de los trabajadores. En este sentido, la utilización de cámaras cerradas en condiciones controladas donde se pueda evaluar la liberación de MPs para su posterior análisis y cuantificación resultan de gran utilidad. Entre las posibles medidas para reducir la concentración de MPs en el aire, los sistemas de filtrado de aire activo, actualmente empleados para capturar microorganismos y polen, podrían ser efectivos también para los MPs, aunque aún no existe evidencia concluyente al respecto. Adicionalmente, elementos pasivos como varios sistemas vegetales han mostrado recientemente la capacidad de adsorber MPs en sus superficies foliares (Liu et al., Sci Total Environ, 742, 140523, 2020), lo que

sugiere un sistema de mitigación potencialmente efectivo y económico. Por tanto, resulta necesario llevar a cabo un análisis exhaustivo y basado en evidencia científica sobre estas medidas que puedan ayudar a reducir la presencia de MPs en entornos donde los trabajadores podrían estar expuestos. Este proyecto de investigación, mediante el desarrollo del prototipo y la prueba de concepto propuestos, contribuirá a avanzar en nuestro entendimiento de la exposición humana a partículas y fibras plásticas, una amenaza emergente en los entornos laborales.

Objetivos: El objetivo principal de este proyecto es diseñar, desarrollar y utilizar un prototipo de análisis para estudiar la liberación de partículas y fibras antropogénicas (microplásticos) en el medio aéreo a partir de distintos sustratos utilizados en entornos industriales, con especial énfasis en evaluar posibles medidas de mitigación que disminuyan el riesgo para la salud humana en entornos laborales. Los objetivos específicos son:

1. Diseñar y desarrollar un prototipo de análisis en formato cámara cerrada para determinar la concentración, morfología y composición química de los MPs liberados al medio aéreo.
2. Optimizar los parámetros de flujo de aire y sistemas de filtración necesarios para una eficiente evaluación de la liberación de MPs.
3. Seleccionar y analizar la liberación de MPs a partir de materiales empleados en entornos laborales, en concreto de la industria textil.
4. Adaptar los parámetros de flujo para simular la cantidad de MPs potencialmente inhalados por los empleados/as en entornos laborales.
5. Desarrollar estrategias de mitigación que reduzcan la concentración de MPs potencialmente inhalables.

Cronograma:

Mes 1 – 4 (diciembre – marzo): objetivos 1 y 2.

En esta fase del proyecto se diseñará, desarrollará y se optimizará el prototipo necesario para llevar a cabo los ensayos de liberación de MPs. Se colaborará con el Servicio de apoyo a la investigación experimental de la UAM (SEGAINVEX) con los que se trabajará para la generación de la cámara de análisis cerrada. Ésta tendrá las dimensiones suficientes para poder introducir distintos materiales a evaluar. Se optimizará su funcionamiento en primer lugar analizando la trayectoria del flujo de aire interno a través de ensayos de seguimiento de humo y la idoneidad de los sistemas de extracción de aire (potencia) y de filtración (mallas y filtros metálicos).

Mes 5 – 6 (abril – julio): objetivos 3, 4 y 5.

En la segunda fase del proyecto se seleccionará materiales empleados en entornos laborales susceptibles de liberar MPs, prestando especial atención a los de la industria textil usando telas puras y en prendas ya confeccionadas. Los parámetros de la cámara se ajustarán para simular de forma realista la posible exposición humana a MPs. La última fase consistirá en desarrollar estrategias de mitigación

que reduzcan la concentración de MPs potencialmente inhalables a través de la utilización de barreras físicas directas (sistemas de filtraje que pueden incluir sistemas personales como mascarillas en casos de alta contaminación) o sistemas vegetales pasivos que puedan adsorber los MPs en suspensión para lo que se seleccionará aquellas especies más prometedoras en base a morfología foliar, mantenimiento y coste.

Resultados esperables:

1. Prototipo de análisis de MPs en suspensión en entorno controlado.
2. Identificación de textiles y prendas más susceptibles de liberar MPs.
3. Análisis y extrapolación del nivel de exposición humana en entornos industriales.
4. Evaluación de medidas de mitigación activas y pasivas para reducir la concentración de MPs potencialmente inhalables.