

# Partículas ultrafinas por soldadura, métodos para su evaluación y efectos a la salud por exposición: Revisión sistemática

Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía, Maestría en Ciencias en Salud Ocupacional, Seguridad e Higiene (MCSOSH), Instituto Politécnico Nacional (IPN)

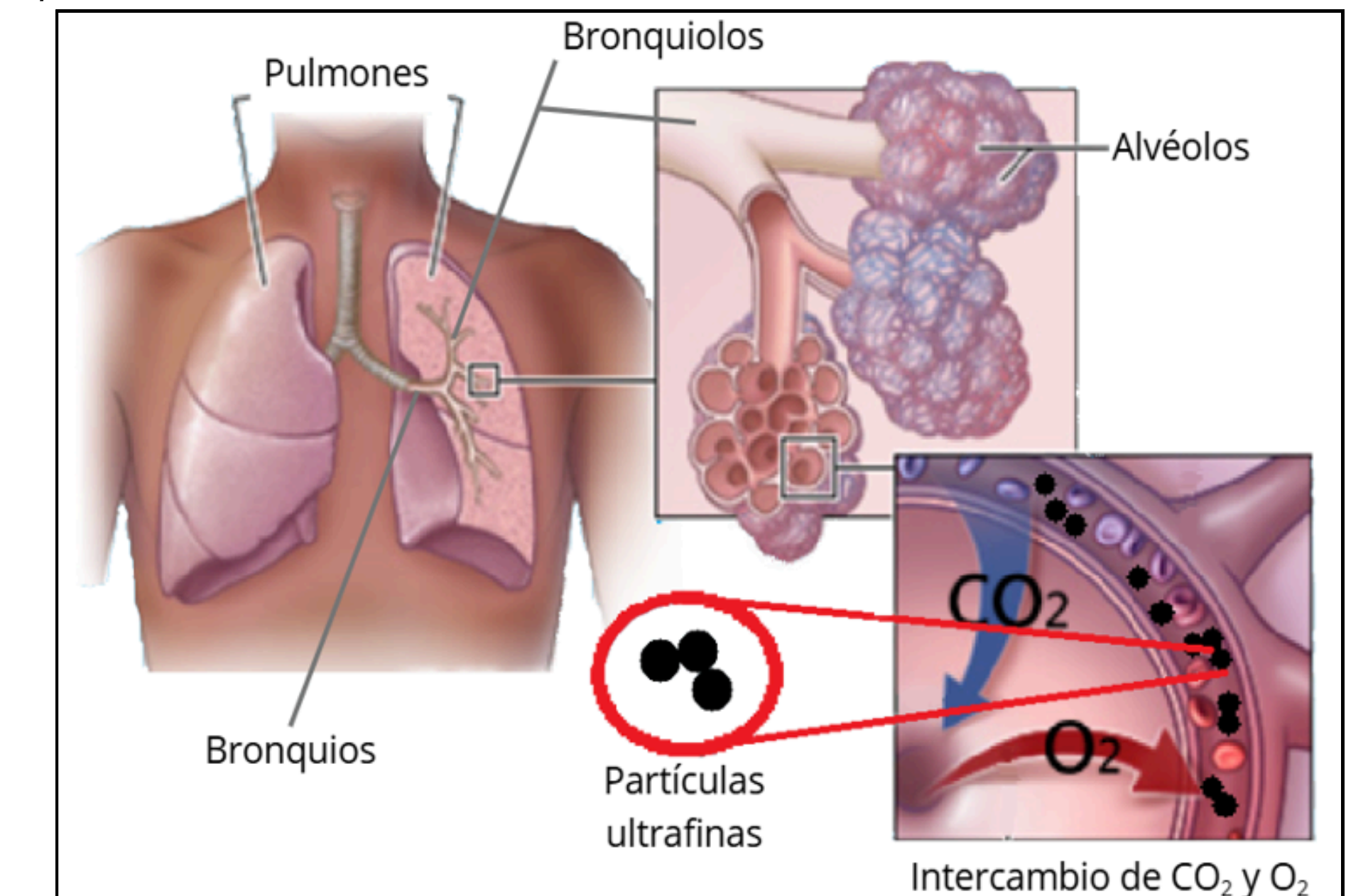
Velasco Ramírez Carlos Honorio<sup>1</sup>, Lozada Balderrama Vicente<sup>2</sup>

## INTRODUCCIÓN

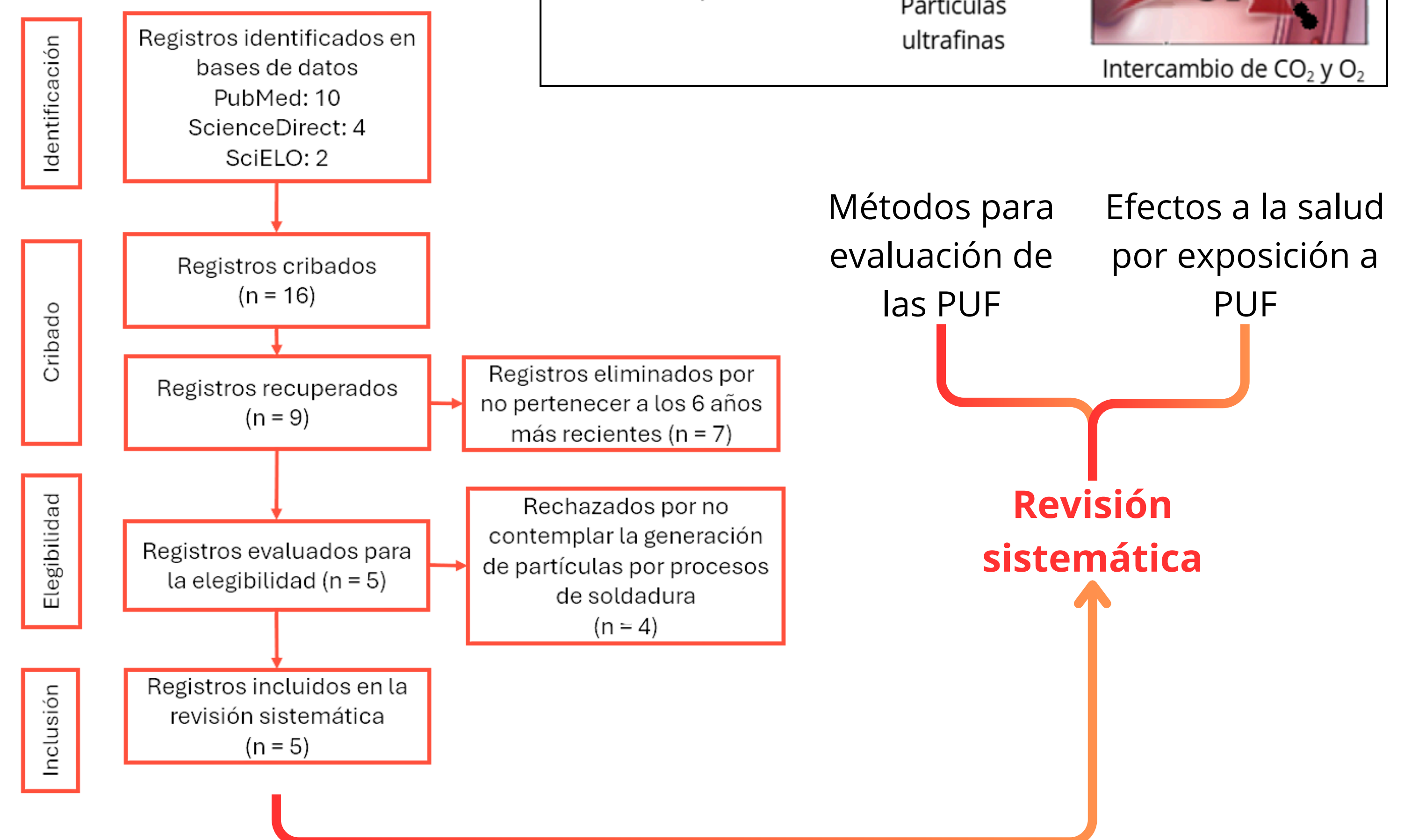
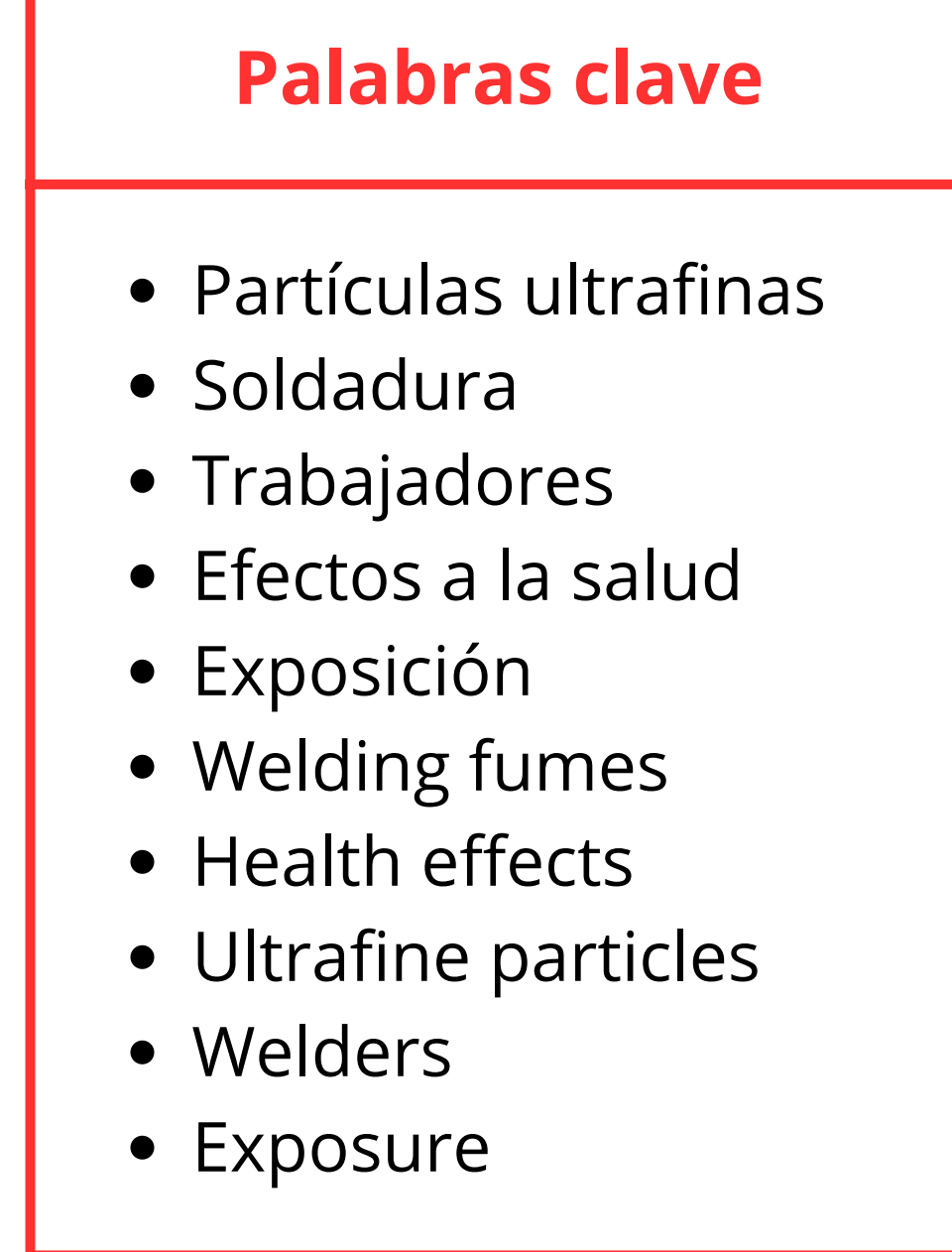
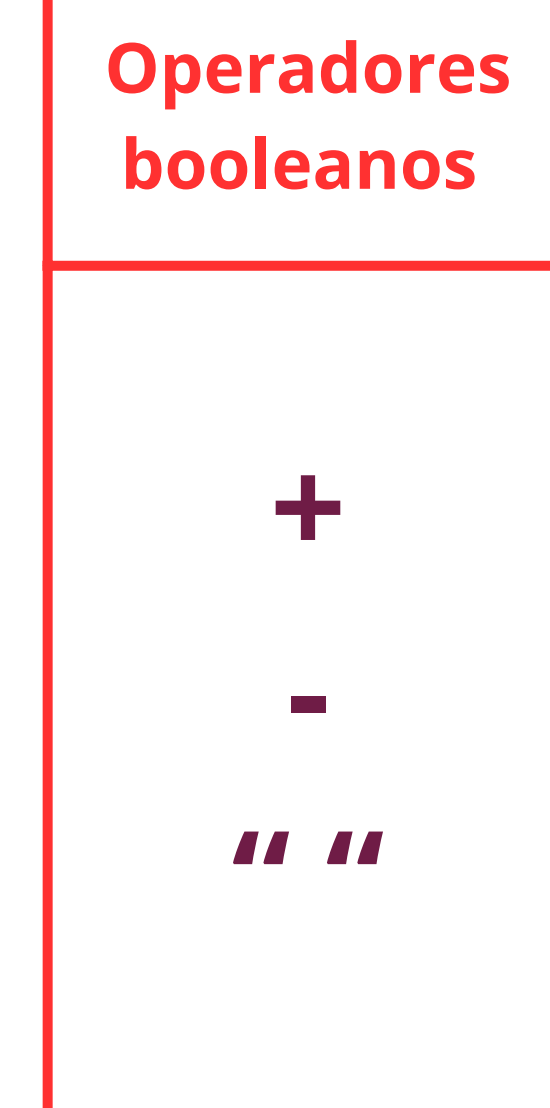
Las partículas ultrafinas (PUF) son **contaminantes del ambiente laboral** de suma importancia, ya que al ser de diámetros que van desde los **100 a 0.001 micrómetros**, son capaces de penetrar más allá de las vías respiratorias no ciliadas (fracción respirable), como son los **pulmones, bronquios y alvéolos** (García, 2019). Dentro de los alvéolos ocurre el **intercambio de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>**, así que cuando las PUF ingresan hasta los alvéolos, las partículas son **distribuidas mediante el torrente sanguíneo** a todo el cuerpo (Figura 1) y ocasionar **enfermedades laborales** por exposición crónica debido a la producción de **radicales libres e interferencia en los procesos metabólicos celulares** e incluso **accidentes laborales** por intoxicación aguda, esto dependerá de la composición de las partículas ultrafinas, la concentración y el tiempo de exposición. (Rojas, 2019; Veiga-Álvarez, et al., 2015). El objetivo del trabajo es **determinar los métodos de evaluación de las partículas ultrafinas y los efectos a la salud por la exposición laboral**, que reporta la literatura.

Figura 1.

Representación de las partículas ultrafinas penetrando hasta los pulmones



## METODOLOGÍA



ScienceDirect  
SciELO PubMed  
Buscadores científicos

## RESULTADOS

Se seleccionaron **cinco artículos científicos**, algunos de estos abordaron diferentes metodologías para **cuantificar, clasificar y caracterizar** las partículas ultrafinas producidas por procesos de soldadura; otros artículos realizan **revisiones sistemáticas sobre los efectos en la salud** mediante consulta de literatura científica y el último realizó **simulaciones para evaluar la dispersión y deposición** de dichas partículas ultrafinas en un prototipo que simulan el sistema respiratorio de los trabajadores. La información de la revisión sistemática se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos de evaluación de las partículas ultrafinas y los efectos a la salud por la exposición laboral, que reporta la literatura

Autor y año	Variables	Población	Metodología	Efectos a la salud
(Pili et al., 2024).	Exposición a partículas finas y ultrafinas, y actividades de soldadura	Cinco lugares donde se realizaban trabajos de soldadura	Monitoreo ambiental de la fábrica para evaluar las concentraciones a partículas ultrafinas mediante equipos ELPI™ e IOM	Dependiendo de la solubilidad y el tamaño de la partícula, se ha demostrado que puede ocasionar cáncer de pulmón y riñón, y melanoma ocular
(Dueck et al., 2021).	Exposición a humos de soldadura y riesgo a la salud	43 aprendices de soldadura y 41 personas en un grupo control	Monitoreo personal mediante bombas gravimétricas y fueron cuantificadas mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)	Los efectos a la salud dependerán del proceso de soldadura y del tiempo de exposición, ya que se producen diferentes cantidades de partículas y de metales
(Riccelli et al., 2020).	Humos de soldadura y factor de riesgo	195 artículos, casos de revisión, revisiones y metaanálisis	Revisión sistemática sobre efectos de los humos de soldadura en la salud respiratoria y cardiovascular	Anomalías de la función pulmonar, cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias inflamatorias crónicas
(García et al., 2019)	Exposición a partículas ultrafinas y efectos a la salud	31 artículos científicos	Revisión bibliográfica sobre enfermedades originadas por exposición a partículas ultrafinas liberadas en diferentes procesos de soldadura	Enfermedades del sistema respiratorio, nervioso, inmunológico y reproductivo
(Su et al., 2019)	Deposición respiratoria y partículas ultrafinas	Aparato móvil de deposición de aerosoles en los pulmones	Desarrollo de un aparato móvil de deposición de aerosoles en los pulmones (MALDA) para estudiar la deposición respiratoria de partículas ultrafinas de humos de soldadura	Intoxicación por metales, enfermedades cancerígenas, afectaciones neurológicas vías respiratorias

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los trabajos consultados abordan la importancia de **muestrear, caracterizar y clasificar las PUF**, debido a que **efectos a la salud** que puedan ocasionar **dependerán de sus características y la interacción** (distribución y deposición de las PUF) con los trabajadores. Estos artículos coinciden que **las PUF representan una grave amenaza**, ya sea en contexto ocupacional o de salud pública, ya que se menciona que los efectos a la salud por exposición a dichas partículas pueden ser **afectaciones respiratorias, neurológicas, inmunológicas, reproductivas y cancerígenas**.

Con base a lo consultado, se concluye que los **efectos a la salud por exposición a PUF** provenientes de procesos de soldadura se deben **seguir estudiando**, específicamente el **monitoreo ambiental y personal** con la finalidad de **vigilar la concentración de PUF a la que se exponen los trabajadores**, y la **caracterización de partículas**, porque las **propiedades químicas y físicas** de los metales que conforman las PUF tienen diferentes efectos en la salud humana. También hace falta **concientizar** a los centros de trabajo sobre la **gravedad de esta problemática y promover medidas de prevención y control** contra daños a la salud de los trabajadores que están expuestos de forma directa o indirecta a este riesgo.

## REFERENCIAS

- Dueck, M. E., Rafiee, A., Mino, J., Nair, S. G., Kamravaei, S., Pei, L., Quémerais, B. (2021). Welding Fume Exposure and Health Risk Assessment in a Cohort of Apprentice Welders. *Annals of Work Exposures and Health*, 65(7), 775-788. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxab206>
- García Molano, C., González Merchán, J., & Gil Arciniegas, L. (2019). Efectos a la salud por exposición a partículas ultrafinas generadas en los procesos de soldadura. *Mare Ingenier*, 1(1), 28-36. <https://doi.org/10.52948/mare.v1i1.178>
- Pili, S., Lecca, L. I., Pedrazzi, T., Ghetti, R., Murru, A., Uras, M., Fabbri, D., Campagna, M., & De Palma, G. (2024). Exposure assessment to fine and ultrafine particulate matter during welding activity in the maintenance shop of a steelmaking factory. *Heliyon*, 10(25), e40815. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40815>
- Riccelli, M. G., Goldoni, M., Poli, D., Mozzoni, P., Cavallo, D., & Corradi, M. (2020). Welding fumes, a risk factor for lung diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2552. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072552>
- Rojas, L. J. (2009). El soldador y los humos de soldadura. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales [OSALAN]. <https://www.osalan.euskadi.eus/libros/el-soldador-y-los-humos-de-soldadura-archivo00-contenido-los-adjuntos/El%20%20Soldador.pdf>
- Su, W. C., Chen, Y., Bazerra, M., Wang, J. (2019). Respiratory deposition of ultrafine welding fume particles. *J Occup Environ Hyg*, 16(10):694-706. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1652306>
- Veiga-Álvarez, Á., Sánchez-De-Alcázar, D., Martínez-Negra, M., Barbu, A., González-Díaz, J. B., & Maquea-Blasco, J. (2015). Riesgos para la salud y recomendaciones en el manejo de nanopartículas en entornos laborales. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 61(239), 143-161. <https://doi.org/10.4521/00465-546x201500200002>

Agradecimientos a la Dra. Elvia Pérez Soto, profesora titular de la asignatura Trabajo de Tesis, por su revisión y asesoría