

Relación entre contaminación atmosférica y enfermedades neurodegenerativas en la bahía de Algeciras

Emilio Fernández Espejo

Recibido: 25 de mayo de 2024 / Revisado: 27 de mayo de 2024 / Aceptado: 28 de mayo de 2024 / Publicado: 8 de octubre de 2024

RESUMEN

La contaminación atmosférica es un factor de riesgo para la salud humana e influye de un modo directo en el desarrollo de patologías de tipo respiratorio y cardiovascular. La contaminación atmosférica puede también afectar al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, entre las que destacan la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson y la demencia vascular. En este artículo, se revisa el estado de la contaminación aérea, sobre todo de partículas finas en suspensión, ozono, y derivados de azufre y nitrógeno, y la posible relación con enfermedades neurodegenerativas en la bahía de Algeciras. Se concluye la necesidad de llevar a cabo estudios epidemiológicos.

Palabras clave: contaminación atmosférica, partículas, ozono, neurodegeneración, Alzheimer, Parkinson, demencia.

ABSTRACT

Air pollution is a risk factor for human health and has a direct influence on the development of respiratory and cardiovascular pathologies. Air pollution can also affect the development of neurodegenerative diseases, including Alzheimer's disease, Parkinson's disease and vascular dementia. This article reviews the state of air pollution, especially fine particulate matter, ozone, sulphur and nitrogen derivatives, and the possible relationship with neurodegenerative diseases in Algeciras Bay. It is concluded that epidemiological studies are needed.

Keywords: air pollution, particulate matter, ozone, neurodegeneration, Alzheimer's, Parkinson's, dementia.

1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y SALUD

La contaminación atmosférica es un factor de riesgo para la salud humana e influye de un modo directo en una mayor prevalencia y agravamiento de patologías de tipo respiratorio y cardiovascular, entre las que destacan el asma, la enfermedad obstructiva crónica, la hipertensión y la angina de pecho. También se relaciona con el cáncer y un mayor número de defunciones prematuras; y según la OMS es responsable de más de 4 millones de defunciones prematuras al año (*Estadísticas Sanitarias Mundiales 2020*, Organización Mundial de la Salud). La contaminación atmosférica también puede afectar al sistema nervioso y,

en concreto, al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, entre las que destacan la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson y demencia vascular (Jung *et al*, 2015; Dehghani, 2017). En general, la contaminación atmosférica en España constituye uno de los principales problemas de salud ambiental y causa de enfermedades (García-Pérez *et al*, 2007; Boldo *et al*, 2011).

Entre los contaminantes del aire, destacan las partículas en suspensión (PM por sus siglas en inglés, *Particulate Matters*), que son una mezcla de partículas sólidas y líquidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, destacando los nitratos, sulfatos, sales de amonio, cloruro

sódico, hollín, polvo mineral, y vapor de agua (aerosoles). También se pueden encontrar alérgenos y microbios. Las PM se clasifican según su diámetro en micras, en PM0,1 (ultrafinas, de menos de 0,1 micras de diámetro), PM2,5 (finas, de 0,1 a 2,5 micras) y PM10 (de 2,5 a 10 micras de diámetro). La industria y el tráfico marítimo producen sobre todo dióxido de azufre (SO₂) y PM2,5. El tráfico rodado también produce gases como dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de carbono (CO₂) y monóxido de carbono (CO), además de PM2,5. Otros compuestos gaseosos presentes en el aire son el ozono (O₃), el benceno, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) como el benzopireno (BaP), y metales pesados como plomo (Pb), níquel (Ni), arsénico (As) y cadmio (Cd). El NO₂ es un precursor del ozono e influye directamente en sus niveles.

Los contaminantes aéreos más problemáticos en España son las partículas PM2,5 y PM10, el NO₂ y el O₃. Le siguen en importancia el SO₂, CO₂, benceno, HAPs y metales pesados. Durante 2020 y 2021, la calidad del aire tuvo una mejora sustancial, debido a la disminución del tráfico rodado y la contracción de la actividad industrial a causa de la pandemia, sobre todo en lo que respecta a los niveles de NO₂, SO₂ y ozono. Los niveles de NO₂ y de SO₂ disminuyeron un 25% respecto a 2019, y los de ozono cayeron una media del 40% en 2020 y 2021.

Sin embargo, los últimos años han vuelto a detectarse niveles de estos elementos semejantes a la década del 2010. Destaca el aumento considerable de las emisiones de buques, que producen partículas en suspensión, hollín, derivados de azufre y óxidos de nitrógeno, así

como el incremento del ozono atmosférico. Por cierto, este último contaminante ha vuelto a repuntar en buena parte del territorio español durante los veranos de 2022 y 2023, coincidiendo con las intensas y prolongadas olas de calor que han caracterizado los meses estivales, lo que confirma la estrecha relación entre cambio climático y contaminación por ozono (según *La contaminación por ozono en el Estado español durante 2023*, Ecologistas en Acción, 2023).

La Unión Europea y el Gobierno Español (Ley de Cambio Climático y Transición Energética) han endurecido las medidas de control del aire, y los límites permitidos son ahora más exigentes. Por este motivo, los requisitos de niveles máximos de contaminación aérea se incumplen con más frecuencia. El 24 de abril de 2024 se votó la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiental y una atmósfera más limpia en Europa. La nueva Directiva pretende establecer nuevos límites para los niveles de contaminación atmosférica, aún sin llegar a los estrictos requisitos de la OMS, como se observa en la tabla 1.

Los principales métodos para reducir la contaminación atmosférica pasan por la reducción del tráfico rodado en áreas urbanas, potenciando el transporte público limpio y reduciendo los vehículos diésel, que causan el 80% de las emisiones contaminantes del tráfico. También es necesario estimular el ahorro y la eficiencia energética, la sustitución de empresas que producen y usan combustibles fósiles, la disminución del transporte marítimo basado en combustibles fósiles, y una mayor actividad de generación de energía eléctrica renovable.

Tabla 1. Directivas sobre la calidad del aire de la Unión Europea de 2010 y 2024, así como valores propuestos por la Organización Mundial de la Salud

Datos en µg/m ³	Periodicidad	Directiva Actual (2010)	Revisión de 2024 (exigible en 2030)	Valores de la OMS (2021)
PM10	Anual	40	20	15
PM2,5	Anual	25	10	5
NO ₂	Anual	40	20	10
SO ₂	Anual	80	50	50
Ozono	Cada 8 horas	120 (25 veces)	120 (18 veces)	100 (3 veces)

2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS

La contaminación atmosférica, como se ha comentado, influye en el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas (Jung *et al*, 2015; Dehghani *et al*, 2017). Los contaminantes son capaces de alcanzar el cerebro a través de la cavidad nasal tras ser inhalados y penetran por el bulbo olfatorio (Innamorato *et al*, 2006; Chen *et al*, 2018). Las partículas y otros contaminantes aéreos actúan mediante la activación de mecanismos celulares que participan en el desarrollo de enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson y demencias vasculares. Entre estos mecanismos destacan el estrés oxidativo, la neuroinflamación, la activación de la microglía y la isquemia vascular (Block y Calderón-Garcidueñas, 2009; Innamorato *et al*, 2008; Ritz *et al*, 2016).

2.1. Enfermedad de Alzheimer

Diversos autores han llevado a cabo estudios sobre el efecto de la contaminación o el tráfico rodado en el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer (EA). Se han realizado en poblaciones con alta contaminación ambiental como la ciudad de Méjico o con alta intensidad de tráfico rodado cercano, a menos de 50 m. Estudios *postmortem* en niños y adolescentes en la ciudad de Méjico indican que el grado de contaminación, sobre todo de partículas en suspensión PM_{2,5} y de sulfatos, se asocia a daño vascular y perivascular y presencia de microhemorragias en la zona frontal del cerebro, que se acompañan de depósitos de proteína tau anormal (muy fosforilada) y de beta-amiloide (Calderón-Garcidueñas *et al*, 2016, 2020). Estas dos proteínas son marcadores de la EA. La presencia abundante de microhemorragias y daño vascular es algo característico de personas mayores con deterioro cognitivo, de modo que este hallazgo es realmente preocupante. Los autores describen además la presencia de partículas PM_{0,1} en el interior de las neuronas y de sus orgánulos. Estudios en poblaciones de Québec con alta densidad de tráfico rodado, indican que la distancia al tráfico es un factor de riesgo/

protección de desarrollo de EA en personas mayores de 65 años. Si dicha distancia es superior a 150 m, el efecto del tráfico lejano es protector respecto a personas que viven a menos de 50 m, donde el efecto del tráfico es de riesgo de padecer Alzheimer (Smargiass *et al*, 2020). En Taiwán y Estados Unidos, se ha visto que las personas mayores de 65 años que han estado largamente expuestas a partículas PM_{2,5} presentan un mayor riesgo de EA (Jung *et al*, 2015; Yitsak-Sade *et al*, 2021). En fin, numerosos estudios indican que la elevada contaminación atmosférica y la exposición prolongada a la misma, sobre todo a partículas PM_{2,5}, puede influir en el desarrollo de la EA, y hace a los jóvenes más vulnerables a la enfermedad.

2.2. Enfermedad de Parkinson y demencia vascular

En zonas con contaminación atmosférica de origen industrial con alta cantidad de partículas en suspensión y otros elementos como plomo, cadmio y níquel no se ha detectado un incremento del riesgo de desarrollar enfermedad de Parkinson (EP) asociado a estos elementos contaminantes. Sí se ha detectado que la contaminación industrial y el tráfico intenso pueden aumentar el riesgo relativo (RR) de mortalidad de la enfermedad, lo que sugiere que estos contaminantes actúan como factores agravantes de la misma (Caudle *et al*, 2012; Ritz *et al*, 2016; Shin *et al*, 2018). Los efectos tóxicos agravantes dependen del tiempo de exposición y de las dosis en personas que ya padecen la enfermedad (Block *et al*, 2012). Sí se ha observado por diversos autores que el ozono del aire se asocia a un ligero mayor riesgo de EP, como se deduce de una “Odds Ratio” superior a 1 (Odds Ratio = 1,01, 95% IC = 1,00-1,12) (Shin *et al*, 2018). Hay que decir que el ozono es un contaminante que puede depender de otras fuentes, aparte de la industria y el tráfico, como son una prolongada exposición a los rayos solares del aire y alta temperatura ambiental. Por tanto, la relación causa-efecto del ozono de origen humano en lo que respecta a la contaminación atmosférica no es directa.

Respecto a la demencia vascular, la exposición a altos niveles de PM_{2,5} se relaciona con mayor riesgo de demencia vascular en las personas mayores, como indican estudios en Londres y en Canadá (Chen *et al*, 2017; Carey *et al*, 2018). Hay estudios donde se asocia el monóxido de carbono, sobre todo el originado por el tráfico rodado, con un mayor riesgo de demencia vascular, aunque los datos son limitados (Power *et al*, 2011). En realidad, como sucede con la EA, la elevada contaminación del aire y una larga exposición a la misma puede influir en un mayor daño vascular que puede predisponer a la demencia vascular.

3. CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA BAHÍA DE ALGECIRAS Y NEURODEGENERACIÓN

3.1. Contaminación del aire en la bahía de Algeciras

Tras una breve recuperación por la pandemia, los índices de contaminación atmosférica de la

bahía de Algeciras han vuelto más o menos a los valores de finales de la década del 2010. Según los clásicos estudios de García-Pérez *et al* (2007) y Cruz Rojo y Almisas (2009), la contaminación del aire en la Bahía se concentra en diversos puntos según su mayor cercanía a focos industriales, como en los núcleos de población de Puente Mayorga (ver lámina 1), Guadarranque y Palmones, principalmente. En estas estaciones se suele recoger mediciones moderadas de PM_{2,5} a lo largo del año (según Directiva de 2010), pero que suelen superar dichos límites varios días anualmente. Se puede seguir “online” y en tiempo real el estado de partículas en suspensión, ozono, SO₂ y NO₂ en la Bahía de Algeciras en la dirección web <https://aqicn.org/map/gibraltar/es/> (sitio web *Contaminación del aire de Gibraltar, Mapa de la calidad del aire en tiempo real*).

Sin embargo, aumenta cada año el nivel de partículas en suspensión, SO₂ y NO₂ procedentes de las emisiones de los buques en el Estrecho de Gibraltar y en el Puerto de Algeciras. Hay numerosas descripciones y denuncias ecologistas

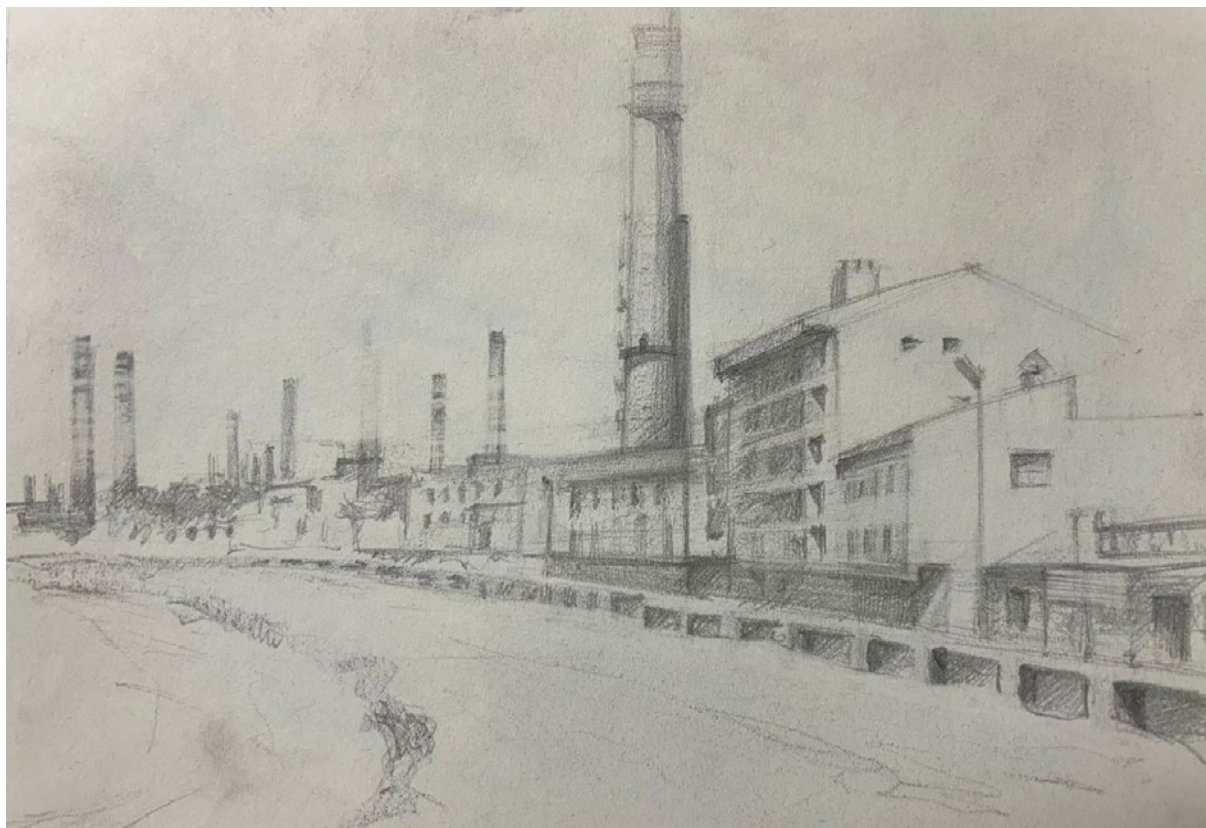


Lámina 1. Puente Mayorga. Dibujo original de José María Martínez Murillo

de nubes contaminantes en el Estrecho y puerto (ver lámina 2). En la localidad de Palmones se suele registrar niveles moderados/elevados de NO_2 , procedentes del puerto, lo que influye también en los niveles de ozono. Todo esto se debe al elevado tráfico marítimo. El gas SO_2 suele estar además en una mayor concentración en las estaciones de Puente Mayorga y Guadarranque, en este caso procedente de la industria y tráfico marítimo en la refinería. Hay que recordar que los buques contaminan con derivados del azufre y óxidos de nitrógeno porque utilizan un fueloil pesado, 100 veces más tóxico que el diésel, y que contiene una gran cantidad de azufre. En este contexto, la EMSA (*European Maritime Safety Agency*) ha incrementado sus misiones de investigación de las emisiones de óxidos de azufre en el Estrecho, por medio de drones (RPAS, *Remotely Piloted Aircraft Systems*) (ver en <https://www.emsa.europa.eu/rpas-operations.html>). Respecto a otros contaminantes, el Puerto de Algeciras es el cuarto en España en emisiones

de gases derivados del carbono, o sea, CO y CO_2 . Finalmente, en el polígono industrial de Puente Mayorga destacan los valores altos de metales pesados en el aire.

3.2. Enfermedades neurodegenerativas y aire contaminado en la bahía de Algeciras

Respecto a la EA y demencia vascular, como se ha comentado, el exceso de partículas en suspensión $\text{PM}_{2,5}$ y de sulfatos puede originar daños neuronales y vasculares compatibles con dichas enfermedades, o agravar las mismas (Calderón-Garcidueñas *et al*, 2016, 2020). Incrementos de estos elementos contaminantes se suelen dar en localizaciones concretas de la Bahía de Algeciras, como en las estaciones de Puente Mayorga, Guadarranque, Palmones y el Zabal. Aunque los niveles contaminantes son inferiores a los reportados en la ciudad de Méjico, no se han realizado estudios de la prevalencia de EA y demencia vascular en esas



Lamina 2. Buque portacontenedores en la bahía de Algeciras. Imagen cedida por Antonio Muñoz Secilla, presidente de Verdemar-Ecologistas en Acción

localizaciones, así como del efecto sobre los niños de dichos contaminantes. Sería de interés para la salud pública llevar a cabo tales estudios epidemiológicos.

Respecto a la EP, el principal elemento aéreo que se asocia a un mayor riesgo de padecer EP es el ozono (Shin *et al*, 2018). Estudios epidemiológicos indican que no hay mayor riesgo de padecer esta enfermedad en la bahía de Algeciras, respecto a Cádiz y otras provincias españolas (De Pedro-Cuesta *et al*, 2009). Ello puede estar relacionado con el hecho que el ozono aumenta de modo aleatorio en todo el territorio por efectos ambientales y de la radiación solar. Por otra parte, las partículas en suspensión y los metales pesados son factores agravantes sobre la EP ya establecida (Caudle *et al*, 2012; Ritz *et al*, 2016; Shin *et al*, 2018). Se sabe que el RR de mortalidad en la provincia de Cádiz es mayor en la Bahía de Algeciras, lo que puede indicar la presencia de factores agravantes. En la provincia de Cádiz, el RR medio de mortalidad es de alrededor de 0,77 en casi todos los municipios, pero en Algeciras y San Roque es de 1,05, más elevado (De Pedro-Cuesta *et al*, 2009). El aumento de partículas PM_{2,5} y de metales pesados en el aire podría relacionarse con el mayor RR en Algeciras y San Roque respecto a otros municipios gaditanos.

4. CONCLUSIONES

La contaminación atmosférica influye en la salud y en el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, entre las que destacan la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson y la demencia vascular. El estado de la contaminación aérea, sobre todo de partículas finas en suspensión, ozono, y derivados de azufre y nitrógeno, podría agravar las enfermedades neurodegenerativas en la bahía de Algeciras, pero ello no se ha demostrado de modo fehaciente. Se concluye la necesidad de llevar a cabo estudios epidemiológicos.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a José Manuel Recio Espejo, catedrático de la Universidad de Córdoba, su ayuda en la revisión del texto.

6. FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

6.1. Fuentes

- Dirección web de Contaminación del aire de Gibraltar, Mapa de la calidad del aire en tiempo real: <https://aqicn.org/map/gibraltar/es/>
- Dirección Web de RPAS *Operations* de la EMSA: <https://www.emsa.europa.eu/rpas-operations.html>
- Informe de Ecologistas en Acción y un resumen con las principales conclusiones se pueden consultar y descargar en: <https://www.ecologistasenaccion.org/300387>

6.2. Bibliografía

- Block, M.L., Elder, A., Auten, R.L., Bilbo, S.D., Chen, H., Chen, J.C., Cory-Slechta, D.A., Costa, D., Diaz-Sanchez, D., Dorman, D.C., Gold, D.R., Gray, K., Jeng, H.A., Kaufman, J.D., Kleinman, M.T., Kirshner, A., Lawler, C., Miller, D.S., Nadadur, S.S., Ritz, B., Semmens, E.O., Tonelli, L.H., Veronesi, B., Wright, R.O. y Wright, R.J. (2012). The outdoor air pollution and brain health workshop. *Neurotoxicology* 33(5): 972-84. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.08.014>
- Block, M.L. y Calderón-Garcidueñas, L. (2009). Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends Neurosci.* 32(9):506-16. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.05.009>
- Boldo, E., Linares, C., Lumbreras, J., Borge, R., Narros, A., García-Pérez, J., Fernández-Navarro, P., Pérez-Gómez, B., Aragonés, N., Ramis, R., Pollán, M., Moreno, T., Karanasiou, A. y López-Abente, G. (2011). Health impact assessment of a reduction in ambient PM (2.5) levels in Spain. *Environ Int.* 37(2): 342-348. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.10.004>
- Calderón-Garcidueñas, L., Reynoso-Robles, R., Vargas-Martínez, J., Gómez-Maqueo-Chew, A., Pérez-Guillé, B., Mukherjee, P.S., Torres-Jardón, R., Perry, G. y González-Maciel, A. (2016). Prefrontal white matter pathology in air pollution exposed Mexico City young urbanites and their potential impact on neurovascular unit dysfunction and the development of Alzheimer's disease. *Environ*

Res. 146: 404-17. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.031>

- Calderón-Garcidueñas, L., Torres-Jardón, R., Kulesza, R.J., Mansour, Y., González-González, L.O., Gónzalez-Maciel, A., Reynoso-Robles, R. y Mukherjee, P.S. (2020). Alzheimer disease starts in childhood in polluted Metropolitan Mexico City. A major health crisis in progress. *Environ Res.* 183: 109137. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109137>
- Carey, I.M., Anderson, H.R., Atkinson, R.W., Beevers, S.D., Cook, D.G., Strachan, D.P., Dajnak, D., Gulliver, J. y Kelly, F.J. (2018). Are noise and air pollution related to the incidence of dementia? A cohort study in London, England. *BMJ Open.* 8(9): e022404. <https://bmjopen.bmj.com/content/8/9/e022404>
- Caudle, W.M., Guillot, T.S., Lazo, C.R. y Miller, G.W. (2012). Industrial toxicants and Parkinson's disease. *Neurotoxicology* 33(2): 178-188. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.01.010>
- Chen, H., Kwong, J.C., Copes, R., Hystad, P., van Donkelaar, A., Tu, K., Brook, J.R., Goldberg, M.S., Martin, R.V., Murray, B.J., Wilton, A.S., Kopp, A. y Burnett, R.T. (2017). Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: A population-based cohort study. *Environ Int.* 108: 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.02>
- Chen, X., Liu, S., Zhang, W., Wu, C., Liu, H., Zhang, F., Lu, Z. y Ding, W. (2018). Nrf2 deficiency exacerbates PM_{2.5}-induced olfactory bulb injury. *Biochem Biophys Res Commun.* 10;505(4):1154-1160. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.10.057>
- Cruz Rojo, C. y Almisas, M. (2009) Análisis epidemiológico de la mortalidad por causas en la Bahía de Algeciras (2001-2005). *Gac. Sanit.* 23(5):388-395.
- Dehghani, M., Keshtgar, L., Javaheri, M.R., Derakhshan, Z., Oliveri Conti, G., Zuccarello, P. y Ferrante, M. (2017). The effects of air pollutants on the mortality rate of lung cancer and leukemia. *Mol Med Rep.* 15(5): 3390-3397. <https://doi.org/10.3892/mmr.2017.6387>
- De Pedro-Cuesta, J., Rodríguez-Farré, E. y Lopez-Abente G. (2009) Spatial distribution of Parkinson's disease mortality in Spain, 1989-

1998, as a guide for focused aetiological research or health-care intervention. *BMC Public Health* 9: 445. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-445>

- Estadísticas Sanitarias Mundiales 2020: monitoreando la salud para los OMS, objetivo de desarrollo sostenible [World health statistics 2020: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2020. Licencia. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- García-Pérez, J., Boldo, E., Ramis, R., Pollán, M., Pérez-Gómez, B., Aragonés, N. y López-Abente, G. (2007). Description of industrial pollution in Spain. *BMC Public Health.* 7:40. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-40>
- Innamorato, N.G., Rojo, A.I., García-Yagüe, A.J., Yamamoto, M., de Ceballos, M.L. y Cuadrado, A. (2008). The transcription factor Nrf2 is a therapeutic target against brain inflammation. *J Immunol.* 181(1):680-689. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.181.1.680>
- Jung, C.R., Lin, Y.T. y Hwang, B.F. (2015). Ozone, particulate matter, and newly diagnosed Alzheimer's disease: a population-based cohort study in Taiwan. *J Alzheimers Dis.* 44(2):573-84. <https://content.iospress.com/articles/journal-of-alzheimers-disease/jad140855>
- Power, M.C., Weisskopf, M.G., Alexeeff, S.E., Coull, B.A., Spiro, A. 3rd. y Schwartz, J. Traffic-related air pollution and cognitive function in a cohort of older men. *Environ Health Perspect.* 119(5): 682-687. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002767>
- Ritz, B., Lee, P.C., Hansen, J., Lassen, C.F., Ketzel, M., Sørensen, M. y Raaschou-Nielsen, O. (2016). Traffic-Related Air Pollution and Parkinson's Disease in Denmark: A Case-Control Study. *Environ Health Perspect.* 124(3): 351-356. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409313>
- Shin, S., Burnett, R.T., Kwong, J.C., Hystad, P., van Donkelaar, A., Brook, J.R., Copes, R., Tu, K., Goldberg, M.S., Villeneuve, P.J., Martin, R.V., Murray, B.J., Wilton, A.S., Kopp, A. y Chen, H. (2018). Effects of ambient air pollution on incident Parkinson's disease in Ontario, 2001 to 2013: a population-based cohort study. *Int J Epidemiol.* 47(6): 2038-2048. <https://doi.org/10.1093/ije/dyy172>

- Smargiassi, A., Sidi, E.A.L., Robert, L.E., Plante, C., Haddad, M., Gamache, P., Burnett, R., Goudreau, S., Liu, L., Fournier, M., Pelletier, E. y Yankoty, I. (2020). Exposure to ambient air pollutants and the onset of dementia in Québec, Canada. *Environ Res.* 190:109870. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109870>
- Yitshak-Sade, M., Kloog, I., Schwartz, J.D., Novack, V., Erez, O. y Just, A.C. (2021). The effect of prenatal temperature and PM2,5 exposure on birthweight: Weekly windows of exposure throughout the pregnancy. *Environ Int.* 155:106588. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106588>

Emilio Fernández Espejo

Doctor en Medicina y Cirugía. Catedrático de la Hispalense. Instituto de Estudios Campogibaltareños

Cómo citar este artículo

Emilio Fernández Espejo. “Relación entre contaminación atmosférica y enfermedades neurodegenerativas en la bahía de Algeciras”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños* (61), octubre 2024. Algeciras: Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 211-218.
