

# EL PAPEL DEL MEDIO AMBIENTE EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN INFANTIL

Mariana F. Fernández Cabrera

Universidad de Granada, Instituto de Investigación Biosanitaria (Granada) y CIBER en Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP).

El desarrollo físico, social e intelectual del ser humano, desde la concepción hasta la adolescencia, requiere de un ambiente protegido, ya que la salud humana está estrechamente relacionada con el medio ambiente que le rodea. Sin embargo, los seres humanos vivimos desde el nacimiento en contacto permanente con contaminantes ambientales que son transmitidos por aire, agua, dieta y suelo. El agua insalubre, una higiene o un saneamiento deficiente, la contaminación del aire, como la causada por combustibles domésticos sucios utilizados para cocinar y calentar, el humo del tabaco, los productos químicos peligrosos y otras amenazas ambientales, afectan a la salud de las personas de forma más o menos aguda. Esto contribuye a que la mayoría de los recién nacidos en cualquier lugar del mundo presenten niveles detectables, por ejemplo, de compuestos orgánicos persistentes.

Los niños son vitales para el desarrollo sostenible y por ese motivo debemos aspirar al “*más alto nivel posible de salud*”. Distintos organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (“Convención sobre los Derechos del Niño”) o responsables de las administraciones públicas como Margot Wallström, Comisaria de Medio Ambiente de la Unión Europea (UE) entre 1999 y 2004 y Vicepresidenta de la Comisión Europea entre 2004-2009, reclaman para los niños “*un entorno sano, no como un privilegio, sino un derecho humano básico*”; porque entre otras cosas, “*lo que es bueno para nuestros hijos también lo es para el presente y el futuro de nuestra sociedad en su conjunto*”. Sin embargo, la realidad es muy distinta. Muchos niños padecen enfermedades provocadas por la contaminación ambiental.

La exposición a contaminantes ambientales en las etapas tempranas de la vida puede tener consecuencias negativas en etapas posteriores, ya sea en la misma persona o incluso en sus descendientes. Los niños son especialmente vulnerables a un ambiente

contaminado por su inmadurez anatómica y fisiológica, sus mecanismos de detoxificación no están completamente desarrollados y sus órganos están en formación. Además están más expuestos que los adultos por su mayor dependencia metabólico-energética por kilogramo de peso y por sus patrones de conducta e indefensión social.

La exposición infantil a los contaminantes ambientales ha contribuido a un cambio en el patrón de las patologías pediátricas y, especialmente, al incremento en la incidencia de determinadas enfermedades crónicas asociadas con un entorno contaminado. Se estima que aproximadamente una cuarta parte de la carga global de enfermedad podría ser atribuida a factores ambientales y, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en los niños menores de 5 años dicha carga representaría más del 40%. Además, la incidencia de patologías como el asma, las dificultades en el aprendizaje, las malformaciones congénitas y el cáncer, han aumentado en la población infantil de forma paralela al desarrollo económico. Las enfermedades alérgicas, por ejemplo, se han multiplicado por cuatro en los últimos 30 años, y se calcula que actualmente el 25% de los niños desarrollan alguna alergia a lo largo de su crecimiento.

La contaminación ambiental puede afectar al desarrollo neuroconductual, inmunitario y sexual de los niños; sin embargo evaluar el impacto de las exposiciones ambientales en el desarrollo de los niños no es una tarea fácil. El rango de alteraciones es muy amplio, al igual que el número y variedad de exposiciones que pueden afectar su crecimiento, o su desarrollo físico, intelectual, emocional y social. Además generalmente los niveles de contaminación en la población son lo suficientemente bajos como para no causar trastornos agudos, pero lo suficientemente elevados como para producir pequeñas alteraciones que, aunque sutiles y difíciles de discriminar, sumadas con otros factores de riesgo más conocidos, a la larga pueden ayudar a desarrollar alguna patología.

En los últimos años ha habido un interés creciente en estudiar el desarrollo y la salud de los niños mediante estudios de cohortes de nacimiento que analizan y siguen grupos de madres y niños a lo largo de los años, tratando de encontrar relaciones entre diferentes factores de riesgo y sus efectos en la salud. El proyecto INMA (INfancia y Medio Ambiente) surge en 2003 con este objetivo, estudiar del papel de diversos contaminantes ambientales, más frecuentemente encontrados en el aire, agua y la dieta,

durante el embarazo e inicio de la vida, y estudiar sus efectos en el crecimiento y desarrollo del individuo durante el embarazo y primeros años de vida. El proyecto INMA incluye a más de 3500 niños (“familias”) residentes en 7 áreas geográficas españolas, Ribera d’Ebre, Menorca, Granada, Sabadell, Valencia, Asturias y Gipuzkoa. Cada cohorte ha tenido diferentes períodos de reclutamiento pero la clave está en el seguimiento de todas ellas mediante una metodología común (Ribas-Fito et al., 2006; Guxens et al., 2012). Nos interesa sobre manera estudiar la exposición durante los primeros años de la vida, especialmente la intrauterina, ya que la exposición que ocurre durante este periodo de susceptibilidad particular en la que se desarrolla el individuo puede estar asociada con efectos adversos en la salud que podrían aparecer al nacimiento o más tarde en la vida.

En este trabajo revisaremos brevemente algunos de los principales resultados de efectos adversos en salud infantil que el proyecto INMA ha publicado en los últimos años. Para más información consultar: [www.proyectoinma.org/](http://www.proyectoinma.org/)

### **Algunos ejemplos:**

*1. Efectos al nacer: Retraso en el desarrollo fetal manifestado en bajo peso, retraso en el crecimiento intrauterino, parto pretérmino o malformaciones congénitas.*

Los compuestos orgánicos persistentes (COPs), constituyen un ejemplo de contaminantes ambientales que se caracterizan por su alta estabilidad, liposolubilidad, alta persistencia en el ambiente y por sufrir biomagnificación y bioamplificación en la cadena trófica. Entre ellos encontramos, el plaguicida DDT, el DDE (principal producto en el que se degrada el DDT), el hexaclorobenceno, los hexaclorociclohexanos, ciertos policlorobifenilos (PCBs), las dioxinas, y otros residuos de compuestos organohalogenados. Aunque estos compuestos se prohibieron en la mayoría de los países desarrollados durante la década de los 70-80, la exposición medioambiental ha dado como resultado su acumulación en el cuerpo humano (especialmente en los tejidos grasos), de manera que la mayoría de los habitantes de la Tierra almacenamos en nuestro organismo cantidades apreciables de los mismos (Porta et al., 2008). Con excepción de los individuos expuestos laboralmente, la mayoría de las exposiciones a

COPs ocurren a través de la dieta, especialmente alimentos de origen animal, pero también están presentes en el agua, el aire y los suelos.

En estudios experimentales la exposición a los COPs se ha relacionado con diversos efectos adversos en el feto en desarrollo, como por ejemplo efectos sobre el sistema nervioso, el sistema endocrino, el sistema inmunológico, y el sistema reproductivo. En humanos, los hallazgos relacionados con la exposición accidental a altos niveles de estos contaminantes son consistentes con los resultados de los estudios experimentales. Sin embargo, los resultados relacionados con bajos niveles de exposición son más inconsistentes. Un estudio publicado recientemente, en el que ha participado la cohorte de nacimiento INMA, además de otras cohortes de nacimiento europeas, y en el que se han incluido 9377 parejas madre-hijo, ha analizado los efectos de la exposición durante la gestación a un PCB, el congénere PCB-153, y al DDE, sobre el peso al nacer de los recién nacidos (Casas et al., 2015). Los investigadores midieron los niveles de exposición a estos contaminantes en la sangre y en la leche de la madre y en la sangre del cordón umbilical del recién nacido. Los resultados muestran que los recién nacidos con mayores niveles de PCB-153, en sangre de cordón umbilical, tienen mayor riesgo de nacer con bajo peso que los bebés con menores niveles. Esta asociación era mayor si las madres habían fumado durante el embarazo. Sin embargo, no se encontró ninguna relación entre DDE y el peso de los niños al nacer.

Dentro del proyecto INMA también se ha investigado si la exposición prenatal a DDE se relaciona con la salud respiratoria de los niños indexados (Sunyer et al., 2010). Los resultados obtenidos muestran que mayores concentraciones sanguíneas de DDE en las madres durante el embarazo incrementan el riesgo de infecciones de las vías respiratorias bajas y sibilancias durante el primer año de vida (Gascon et al., 2012).

También se han relacionado, dentro del proyecto INMA, mayores niveles de contaminación atmosférica en el exterior de las viviendas de las mujeres durante el embarazo, con medidas antropométricas al nacimiento como, por ejemplo, tamaño pequeño para la edad gestacional, nacimiento prematuro y retraso en el crecimiento fetal medido mediante ecografías (Aguilera et al., 2009, 2010; Ballester et al., 2010; Estarlich et al., 2011; Iñiguez et al., 2012, 2015; Llop, et al., 2010; Pedersen et al., 2013). Los distintos estudios muestran que en las zonas con una elevada densidad de tráfico donde

predominan niveles más altos de NO<sub>2</sub>, y en las zonas de un marcado acento industrial donde sobresale la presencia del benceno, los niños nacen con una menor talla; un descenso de 1mm por cada 10 µg/m<sup>3</sup> de incremento en los niveles de NO<sub>2</sub> (Estarlich et al., 2011). También se asocia con un menor un peso al nacer. *A priori*, el descenso de un 1mm no parece demasiado, sin embargo esta disminución puede incrementar en un 2% el riesgo de ser pequeño para la edad gestacional en la talla correspondiente. Además, los problemas del desarrollo en los recién nacidos tienen consecuencias no solamente durante los primeros años de la vida, sino también en la etapa adulta, por lo que este resultado o las conclusiones que se desprenden del mismo, podrían ser de mucha importancia en términos de salud pública.

Por otra parte, diversos trabajos han demostrado que las partículas del aire asociadas al tráfico, constituyen un riesgo para la salud, incluso a niveles inferiores a los estipulados en las directivas de calidad del aire actuales de UE. Así por ejemplo, cuando los investigadores han combinado datos sobre los efectos de la contaminación del aire procedentes de 14 estudios en 12 países europeos (Noruega, Suecia, Dinamarca, Lituania, Inglaterra, Países Bajos, Alemania, Francia, Hungría, Italia, Grecia y España-cohorte INMA), en los que participaron más de 74.000 mujeres que tuvieron a sus bebés entre febrero de 1994 y junio de 2011 (Pedersen et al., 2013), encuentran que, por cada aumento de 5 microgramos por metro cúbico en la exposición a las partículas finas (PM<sub>2,5</sub>), se incrementa significativamente el riesgo de que el bebe tenga un menor crecimiento fetal; concretamente el riesgo de nacer con bajo peso (es decir, menos de 2.500 g, tras 37 semanas de gestación) aumenta en un 18%. Es importante destacar que este incremento del riesgo de bajo peso persiste con niveles de exposición por debajo del límite de calidad del aire actual en la UE (25 µg/m<sup>3</sup>). Estos hallazgos sugieren que una proporción importante de los casos de bajo peso podría evitarse en Europa si la contaminación del aire urbano se redujera. Concretamente si los niveles de PM<sub>2,5</sub> se redujeran a 10 µg/m<sup>3</sup> (el valor de referencia de la OMS establece como media anual de calidad del aire), se podrían prevenir el 22% de los casos de bajo peso al nacer.

Los ejemplos arriba comentados sugieren que la exposición crónica a diferentes contaminantes ambientales, incluso a niveles relativamente bajos de contaminación, pueden suponer un riesgo para la salud y el desarrollo de los niños por lo que es necesario profundizar en este tipo de investigaciones (Guxens et al., 2012). Por otra

parte, la regulación y la eliminación de estos residuos continua siendo especialmente relevante a fin de evitar riesgos potenciales para la salud humana así como para el medio ambiente.

## *2. Efectos durante los primeros años de vida: Desarrollo neurológico inadecuado*

Entre los objetivos del proyecto INMA está también conocer la exposición inadvertida de la población infantil a metales pesados (mercurio entre ellos) y determinar los factores ambientales que determinan esta exposición. El mercurio, particularmente el metilmercurio, su forma orgánica, es conocido por ser neurotóxico en humanos. La vulnerabilidad del sistema nervioso a estas sustancias aumenta durante el desarrollo, especialmente durante la etapa prenatal, ya que el metilmercurio ingerido es capaz de atravesar la placenta y la barrera hematoencefálica (Elder et al., 2006) Las exposiciones tempranas a estos metales pesados, aunque sea a dosis por debajo de las que actualmente se suelen considerar «seguras», pueden causar efectos biológicos y clínicos relevantes a lo largo de la vida. Por ello, recientemente, 140 países han acordado en la “Convención de Minamata” reducir los niveles medioambientales de mercurio, mediante la prohibición de su uso en baterías, lámparas, relés y cosméticos, así como controlar sus emisiones en plantas industriales (térmicas, cementeras, químicas, etc.), a partir de 2020. El tratado incluye también el abandono progresivo de su utilización en odontología, aunque sí se permitirá como conservante en vacunas y en otros dispositivos, siempre que no haya un sustituto inocuo. El mercurio es un contaminante ambiental con distribución ubicua que proviene tanto de fuentes naturales como de la actividad humana. La dieta es la principal fuente de exposición en población general, especialmente el consumo de pescado. El pescado azul grande, como el emperador, tiburón o atún, es el que presenta las mayores concentraciones.

En el Proyecto INMA se ha estudiado la exposición prenatal a mercurio analizando los niveles en muestras de sangre de cordón umbilical en recién nacidos de las cohortes de Valencia, Sabadell, Asturias y Gipuzkoa. Los niveles encontrados (media geométrica de mercurio total, 8,4 µg/L) son más altos si los comparamos con otros estudios realizados en algunos países de Europa y Estados Unidos, y se relacionan principalmente con el consumo de grandes peces depredadores durante el embarazo.

Pero quizás lo más importante sea que un elevado porcentaje de los recién nacidos incluidos en el estudio tenían unos niveles de mercurio mayores a los recomendados por diversas agencias internacionales, superando un 24% de los niños los niveles recomendados por la FAO (OMS) y un 64% los propuestos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Los niveles encontrados se asociaron claramente con el consumo de grandes peces depredadores, como el pez espada o emperador y el atún rojo por parte de la madre durante el embarazo (Ramón et al., 2011). De la misma forma los niveles de mercurio encontrados en el pelo de los niños a los cuatro años lo hemos relacionado con su consumo de pescado (Freire et al., 2010).

Profundizando en este objetivo, la exposición intrauterina a mercurio, junto a otros cuatro metales pesados (Manganeso, Cadmio, Cromo y Plomo) y a un metaloide (Arsénico) se ha evaluado en las placentas recogidas en las diferentes cohortes INMA. Todas las placentas estudiadas tenían niveles detectables de cadmio y manganeso mientras que cromo, plomo y mercurio se encontraron en el 98,5%, 35,0% y 30,7% de las muestras analizadas, respectivamente (Amaya et al., 2013). Ninguna de las madres declaró ocupaciones que pudieran suponer una mayor exposición a los metales pesados investigados. Si comparamos nuestros resultados con las concentraciones encontradas en muestras de placenta en otros estudios europeos, los niveles de metales pesados encontrados en las placentas españolas ocupan una posición intermedia-baja.

La evidencia científica sobre los efectos adversos del mercurio en el neurodesarrollo es poco concluyente, sobre todo con exposiciones medias-bajas y a edades tempranas, lo que justifica la necesidad de realizar un seguimiento continuo de los niños/as, a lo largo de su infancia y evaluar su posible asociación con los niveles de mercurio y el papel modificador de la dieta y otras variables, como el ambiente familiar y social (Llop et al., 2014).

Aunque todavía hay pocos trabajos publicados que hayan investigado la asociación entre contaminantes ambientales y el neurodesarrollo infantil (Suglia et al., 2008; Guxens et al., 2014), algunos estudios han observado, por ejemplo, que las partículas del aire asociadas al tráfico, inhaladas, pueden ser transportadas desde el sistema respiratorio hasta el sistema nervioso central, e incluso al cerebro, por medio de

la circulación sanguínea o bien por transporte directo desde el nervio olfativo, provocando algunos efectos adversos sobre el desarrollo cognitivo.

Así, un análisis de la exposición a contaminación atmosférica derivada del tráfico (NO<sub>2</sub>) transversal, en la submuestra de niños de la cohorte INMA-Granada ha revelado la existencia de una relación negativa entre esta exposición y el rendimiento cognitivo de los niños evaluado a los 4 años de edad, después de controlar por las posibles variables de confusión (Freire et al., 2010) Estos resultados sugieren que esta contaminación podría tener un impacto negativo en la función neurológica y posterior desarrollo cognitivo de los niños. Este efecto se agudiza cuando las madres tienen una baja ingesta de frutas y verduras durante el embarazo (Guxens et al., 2014). Estos impactos sub-clínicos son sin embargo más sutiles que los observados para otros contaminantes neurotóxicos y requieren, por tanto, nuevos estudios para ser confirmados.

Por último comentar que además de la exposición a contaminantes ambientales de naturaleza química, la cohorte INMA está caracterizando el grado de exposición a campos electromagnéticos de radiación no ionizante (CEM-RNI) en población infantil, y analizando posibles efectos en la salud de los niños, derivados de esta exposición. La medida de la exposición a CEM-RNI es uno de los mayores retos a los que se enfrentan los investigadores del área, ya que los CEM-RNI de fuentes artificiales se han convertido en omnipresentes en el entorno cotidiano, al resultar de la generación y transmisión de la energía eléctrica, del funcionamiento de equipos eléctricos, electrónicos, de telecomunicaciones, así como de actividades industriales, etc. Establecer en este contexto de ubicuidad y complejidad los niveles de exposición a los que la población general está expuesta, es fundamental para realizar una buena evaluación de riesgo y poder así establecer si esta exposición es un factor de enfermedad (Calvente et al., 2014; 2015).

## **Epilogo**

El compromiso presente y futuro de los investigadores de la cohorte INMA es continuar con el objetivo de demostrar que la población infantil general española está expuesta de manera inadvertida a múltiples compuestos químicos y contaminantes

físicos que pueden causar efectos adversos en su salud. Nos interesa sobremanera el seguimiento de la cohorte, ya que habiendo recogido tanta información sobre exposición durante el embarazo y los primeros años de vida, podemos investigar efectos a largo plazo de exposiciones tempranas, que aunque sean sutiles, nos permitan actuar preventivamente aconsejando actitudes y hábitos de menor riesgo en nuestra sociedad.

### **Bibliografía**

*Aguilera et al. Prenatal exposure to traffic-related air pollution and ultrasound measures of fetal growth in the INMA Sabadell cohort. Environ Health Perspect. 2010;118(5):705-11.*

*Aguilera et al. Association between GIS-based exposure to urban air pollution during pregnancy and birth weight in the INMA Sabadell Cohort. Environ Health Perspect. 2009;117(8):1322-7.*

*Amaya et al. Placental concentrations of heavy metals in a mother-child cohort. Environ Res. 2013;120:63-70.*

*Ballester et al. Air pollution exposure during pregnancy and reduced birth size: a prospective birth cohort study in Valencia, Spain. Environ Health. 2010;9:6.*

*Casas et al. Prenatal exposure to PCB-153, p,p'-DDE and birth outcomes in 9000 mother-child pairs: Exposure-response relationship and effect modifiers. Environ Int. 2015;74:23-31.*

*Calvente et al. Outdoor characterization of radio frequency electromagnetic fields in a Spanish birth cohort. Environ Res. 2015;138:136-43.*

*Calvente et al. Characterization of indoor extremely low frequency and low frequency electromagnetic fields in the INMA-Granada cohort. PLoS One. 2014;9(9):e106666.*

*Elder et al. Translocation of inhaled ultrafine manganese oxide particles to the central nervous system. Environ Health Perspect. 2006;114:1172-8.*

*Estarlich et al. Residential exposure to outdoor air pollution during pregnancy and anthropometric measures at birth in a multicenter cohort in Spain. Environ Health Perspect. 2011;119(9):1333-8.*

*Freire et al. Association of traffic-related air pollution with cognitive development in children. J Epidemiol Community Health. 2010;64(3):223-8.*

*Gascon et al. Pre-natal exposure to dichlorodiphenyldichloroethylene and infant lower respiratory tract infections and wheeze. Eur Respir J. 2012;39(5):1188-96.*

*Guxens et al. Cohort Profile: the INMA--Infancia y Medio Ambiente--(Environment and Childhood) Project. Int J Epidemiol. 2012;41(4):930-40.*

*Guxens et al. Air pollution during pregnancy and childhood cognitive and psychomotor development: six European birth cohorts. Epidemiology. 2014;25(5):636-47.*

*Iñiguez et al. Prenatal exposure to traffic-related air pollution and fetal growth in a cohort of pregnant women. Occup Environ Med. 2012;69(10):736-44.*

*Iñiguez et al. Prenatal Exposure to NO(2) and Ultrasound Measures of Fetal Growth in the Spanish INMA Cohort. Environ Health Perspect. 2015. [Epub ahead of print]*

*Llop et al. Preterm birth and exposure to air pollutants during pregnancy. Environ Res. 2010;110(8):778-85.*

*Llop et al. Exposure to mercury among Spanish preschool children: trend from birth to age four. Environ Res. 2014;132:83-92.*

*Pedersen et al. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). Lancet Respir Med. 2013;1(9):695-704.*

*Porta et al. [Studies conducted in Spain on concentrations in humans of persistent toxic compounds]. Gac Sanit. 2008;22(3):248-66. Review.*

*Ramon et al. Prenatal mercury exposure in a multicenter cohort study in Spain. Environ Int. 2011;37(3):597-604.*

*Ribas-Fitó et al. Child health and the environment: the INMA Spanish Study. Paediatr Perinat Epidemiol. 2006;20(5):403-10.*

*Suglia et al. Association of black carbon with cognition among children in a prospective birth cohort study. Am J Epidemiol. 2008;167:280-6.*

*Sunyer et al. DDE in mothers' blood during pregnancy and lower respiratory tract infections in their infants. Epidemiol. 2010;21(5):729-35*