El ambiente y su impacto en la salud maternoinfantil: ¿a qué nos enfrentamos?

Un llamamiento a la reflexión y a la sensibilización

13
CUADERNO **FAROS**

Con la colaboración de la

Dra. María Neira

Directora del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente en la Organización Mundial de la Salud (OMS).

https://faros.hsjdbcn.org

FAROS

SJD Sant Joan de Déu Escola de Salut

© Copyright: Hospital Sant Joan de Déu 2022

Hospital Sant Joan de Déu

Direcció d'Innovació, Recerca i Gestió del Coneixement

Passeig Sant Joan de Déu, 2

08950 Esplugues de Llobregat

https://www.sjdhospitalbarcelona.org

El ambiente y su impacto en la salud maternoinfantil: ¿a qué nos enfrentamos?
Un llamamiento a la reflexión y a la sensibilización

Barcelona: Hospital Sant Joan de Déu (ed).

Disponible en: https://faros.hsjdbcn.org

300 págs, 16,5 cm x 23,5 cm

ISBN: 978-84-09-40612-8

D. L.: B 9267-2022

Impresión: GRAMAGRAF sccl

Faros Sant Joan de Déu (https://faros.hsjdbcn.org/) es la plataforma de promoción de la salud y el bienestar infantil del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Nos dirigimos principalmente a madres y padres que tienen interés en recibir información de calidad respecto la salud y bienestar de sus hijas e hijos. Asimismo, Faros se dirige también a personal de docencia y otros cuidadores y profesionales, especialmente en el campo de la salud y la educación.

Nuestra misión es proporcionar información y ofrecer todo nuestro conocimiento para **fomentar valores y hábitos saludables.** Contamos con la colaboración y revisión de los profesionales del Hospital y, por lo tanto, garantizamos la máxima calidad de los contenidos que publicamos.

En Faros encontrarás **más de 1.000 consejos de salud** clasificados en cinco grupos distintos de edad y temáticas variadas, desde la alimentación hasta información sobre enfermedades o sobre el comportamiento y el aprendizaje.

Además, Faros pone a tu alcance una sección con interesantes recursos para transmitir hábitos y valores saludables a niñas y niños de forma amena y divertida.

Todos los documentos realizados y publicados por Faros están disponibles y de libre acceso en http://faros.hsjdbcn.org/.

Dirección:

Jaume Pérez Payarols

Coordinador:

Arian Tarbal

Comité Asesor:

Quique Bassat
Carmen Cabezas
Jaume Campistol
Jordi Carmona
Josep Corbella
Manuel del Castillo
Montse Dolz
Lola Gómez
Juan José García
Salvador Maneu
Imma Marín
Toni Massanés
Maria Dolors Navarro
Jaume Funes

Revisores:

Anna Bosque
Paula Cañal
Rosana Basurto

También nos encontrarás en las redes sociales:

https://www.facebook.com/SJDHospitalBarcelona/

https://twitter.com/sjdbarcelona_es

https://www.instagram.com/sjdhospitalbarcelona/

El ambiente y su impacto en la salud maternoinfantil: ¿a qué nos enfrentamos?

Un llamamiento a la reflexión y a la sensibilización

Coordinadores:

- **Juan José García.** Jefe del Servicio de Pediatría. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Quique Bassat.** Pediatra y epidemiólogo, PhD, MD. Director del Programa de Malaria. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal), Hospital Clínic - Universidad de Barcelona. Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM), Maputo, Mozambique. ICREA (Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid. Unidad de Enfermedades Infecciosas Pediátricas. Servicio de Pediatría. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Jordi Sunyer.** Profesor investigador y jefe del Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Marcelo Andrade.** Pediatra consultor responsable de consultas externas de Pediatría General del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Referente Clínico del Programa Vincles amb Primària del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Arian Tarbal.** *Project manager* del Departamento de innovación e investigación y Coordinador de Faros, el canal de promoción de salud y bienestar del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Autores y autoras: (por orden de aparición)

- **Sara Ajanovic.** Pediatra, predoctoral *fellow*, MD, investigadora en enfermedades infecciosas pediátricas. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal) y Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Mozambique).
- **Rosauro Varo.** Pediatra, PhD, MD, investigador en enfermedades infecciosas pediátricas. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal) y Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Mozambique).
- **Marisa Gaioli.** Pediatra y especialista en Salud Infantil y Ambiente. Secretaria del Comité de Salud Infantil y Ambiente de la Sociedad Argentina de Pediatría. Coordinadora de la Unidad Pediátrica Ambiental del Hospital de Pediatría Dr. Juan P Garrahan de Buenos Aires y Docente Auxiliar de la Cátedra de Pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- **Paula de Prado.** Investigadora predoctoral dentro del Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Martine Vrijheid.** Profesora investigadora involucrada en el Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

- **Payam Dadvand.** Profesor investigador involucrado en el Programa de Contaminación Atmosférica, Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Lola Gómez.** Obstetra y ginecóloga. Jefa del Servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Aritz Aranbarri.** PhD. Neuropsicólogo clínico infantil. Facultativo especializado en TEA y neurodesarrollo temprano. UnimTEA - Unidad multidisciplinar del Trastorno del Espectro del Autismo. Área de Salud Mental. Servicio de Psiquiatría y Psicología Infantil y Juvenil. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona e Institut de Recerca Sant Joan de Déu.
- **Cristina Villanueva.** Investigadora, experta en calidad y salud del agua. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Miguel Lanaspa.** Pediatra. Servicio de Pediatría del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Ariadna Curto.** Epidemióloga ambiental. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Natalia Ortega.** Coordinadora de proyecto. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Cathryn Tonne.** Epidemióloga ambiental. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Isabelle Thierry-Chef.** PhD. Jefa del grupo sobre las exposiciones médicas a la radiación. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.
- **Elisabeth Cardis.** Profesora de Investigación. Jefa del programa sobre radiaciones. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.
- **Mar Pérez-Peña.** Médica. Jefa de Servicio de Radiología. Hospital Álvarez-Buylla. Mieres (SESPA). Asturias.
- **María del Rosario Pérez.** Médica. Unidad Radiaciones y Salud (RAD). Afiliación a la Organización Mundial de la Salud (HEP/ECH/RAD) en el momento de la submisión del Informe.
- **José Juan Rodríguez.** PhD. Catedrático de Universidad. Área de Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Campus UAB. Universidad Autónoma de Barcelona.
- **Ujué Fresán.** Farmacéutica. Máster en Salud Pública y doctora en Biomedicina. Investigadora postdoctoral en dietas sostenibles. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Natalia Egea.** Dietista-nutricionista pediátrica del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **María Dolores García.** Dietista-nutricionista pediátrica del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Isabel Pérez.** Dietista-nutricionista, tecnólogo alimentario, experta en comunicación. Responsable Nutrición y Salud. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.
- **Antonio Torres.** Dietista-nutricionista y economista. Responsable Nutrición y Sostenibilidad. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.
- **Alícia Palmero.** *Assistant* Sostenibilidad. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.

- **Mark Nieuwenhuijsen.** Profesor investigador. Director de la Iniciativa de Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud, y jefe del Programa de Contaminación Atmosférica y Entorno Urbano. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Mònica Ubalde.** Investigadora Postdoctoral. Iniciativa de Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud. Programa de Contaminación Atmosférica y Entorno Urbano. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).
- **Juan Antonio Ortega-García.** Pediatra Medioambiental y coordinador del Comité de Salud Medioambiental de la Asociación Española de Pediatría.
- **Estefanía Aguilar-Ros.** Pediatra Medioambiental, Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (PEHSU-Murcia). Environment and Human Health Lab. Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca Murcia.
- **Francisco Díaz.** Ambientólogo e investigador en el Proyecto Ecosistemas Saludables, Neurodesarrollo Saludable. Plan Nacional de Drogas. Región de Murcia.
- **Ferran Campillo.** Pediatra. Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica. Hospital de Olot. Girona.
- **Rebecca Ramis.** Investigadora en epidemiología ambiental y del cáncer. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
- **Marta Torra.** Psicóloga. Especialista en gestión emocional y ansiedad. Cofundadora de la Asociación Sentim.
- **Elena Codina.** Pediatra. Servicio de Nefrología Infantil y Trasplante Renal. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Revisores:

- **Anna Bosque.** *Project manager* de la Escuela de Salud. Dirección de Planificación y Soporte a la Gestión.
- **Paula Cañal.** *Project manager* del Departamento de innovación e investigación y de Faros, el canal de promoción de salud y bienestar del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Rosana Basurto.** Técnica en desarrollo de proyectos de la Escuela de Salud. Dirección de Planificación y Soporte a la Gestión.

Ilustraciones y diseño gráfico:

- **Laura Baena.** Diseñadora gráfica.

Y con la especial colaboración de:

- **María Neira.** Directora del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente en la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Cada vez queda más claro que nuestra salud y la de nuestros niños no puede desligarse del entorno en el que vivimos. Más allá de los determinantes orgánicos y biológicos de las enfermedades, nuestra exposición a toxinas y otros factores ambientales amenaza el frágil equilibrio entre una vida saludable o una mala salud. Desgraciadamente, mucha de la evidencia que se ha ido generando en los últimos años también indica que las nuevas generaciones que ahora nacen -así como especialmente las mujeres embarazadas- serán las más afectadas en el futuro, siendo siempre la infancia la más vulnerable a las noxas ambientales.

Así, la exposición a la contaminación atmosférica, metales y metaloides, contaminantes orgánicos, pesticidas y otros agentes químicos, plásticos, ruido, o radiaciones ionizantes entre otros muchos, son factores de riesgo bien establecidos para la salud física y psico-afectiva de los bebés, niños y adolescentes, aunque siguen siendo muy poco conocidos a nivel de la población general.

Mediante el presente Informe esperamos contribuir a **visibilizar los factores de riesgo y efectos en la salud de los principales factores medioambientales.** Esto nos permitirá entenderlos mejor y poder establecer estrategias individuales y sobre todo poblacionales para proteger mejor el futuro de nuestra especie.

En las siguientes páginas encontraréis capítulos específicos que describen los principales factores de riesgo medioambientales y pautas de actuación preventivas que pueden fomentar un correcto desarrollo de los niños y frenar o retrasar la aparición de eventuales problemas de salud relacionados con éstos. ¡Esperemos que sea de vuestro interés y que disfrutéis tanto como lo hemos hecho nosotros preparándolo!

Índice

Prólogo 9

Introducción 11

1. Vulnerabilidad de los niños e impacto del cambio climático en la salud infantil 15

2. Introducción al impacto de los factores de riesgo ambiental en la salud infantil 33

3. Exposiciones a riesgos ambientales durante el embarazo 61

4. Desde la prevención de neurotóxicos ambientales, a la promoción del neurodesarrollo infantil 101

5. Impacto de la contaminación del agua 131

6. ¿Cómo nos afecta la contaminación acústica? 147

7. Contaminación atmosférica y exposición durante la infancia 159

8. Prevención de la exposición de los niños a las radiaciones ionizantes en las prácticas médicas 181

9. Seguridad alimentaria en un entorno doméstico cambiante 199

10. ¿Te preocupa el medio ambiente? Cambia tu alimentación 215

11. ¿Qué papel tienen las grandes compañías del sector alimentario para adaptarse a los nuevos retos de sostenibilidad? 233

12. Las ciudades y la salud infantil 237

13. Contacto con la naturaleza y salud de la infancia y adolescencia 257

14. Afectaciones emocionales del cambio climático en los niños y adolescentes. La solastalgia y la ecoansiedad 279

Decálogo 295

Acrónimos 297

Prólogo

Juan José García García

Jefe de Servicio de Pediatría. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Profesor agregado. Universitat de Barcelona.

Probablemente los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 2015, son el mejor y único camino a seguir para conseguir una sociedad más justa y más libre. Varios de esos objetivos, por no decir todos, dado que están íntimamente interconectados, hacen referencia a la protección del planeta para proteger nuestra salud y la de nuestros niños, niñas y adolescentes. No en vano, las condiciones socioeconómicas, culturales y medioambientales se reconocen como uno de los niveles de los factores determinantes de la salud que, junto con los hábitos y estilos de vida, más influyen sobre la salud del individuo, por encima de los determinantes genéticos.

Es un hecho demostrado, a pesar de múltiples voces influyentes con evidentes intereses económicos, que estamos viviendo una situación de emergencia climática. Dicha situación repercute de forma grave en la salud, y los niños y las niñas son los que más consecuencias pueden sufrir a causa de ello, por su vulnerabilidad y mayor tiempo de exposición en comparación con las generaciones pasadas. De este modo, si en las últimas décadas hemos experimentado una mejoría de la salud, de las condiciones de vida y de la esperanza de vida como no se había visto nunca, corremos el riesgo que las generaciones futuras tengan menos salud, sean más pobres, disfruten de menos equidad y vivan menos que nosotros mismos.

La parte positiva es que aún estamos a tiempo de invertir la tendencia. Pero para ello debe producirse un cambio de actitud. Y es que la alternativa es encaminarnos hacia un futuro que para nada es incierto sino todo lo contrario, dado que seguro que tendrá consecuencias muy negativas a todos los niveles, como de hecho ya estamos observando con numerosos ejemplos. Y diría muy poco positivo de nosotros, al dejar una herencia muy difícil de gestionar para las generaciones futuras.

Este Informe FAROS pretende ser una toma de conciencia de dichas amenazas para que de este modo, responsables políticos, organizaciones e individuos pasemos de la comprensión de los riesgos a la acción. Es la propuesta de entrar de lleno en la *Década de Acción* que propone la ONU para alcanzar, o quedarnos cerca, de la consecución de los ODS en 2030. A lo largo de esta monografía los diferentes expertos exponen de forma clara las consecuencias que las alteraciones ambientales tienen sobre la salud en global y sobre la salud infantil en particular. Ofrecen además recomendaciones y plantean propuestas útiles para contrarrestar los efectos nocivos de tóxicos ambientales o de las circunstancias de la vida diaria que pueden ser perjudiciales para la salud.

Al promover este Informe, el Hospital Sant Joan de Déu se posiciona en este tema y, como institución comprometida en conseguir un mundo mejor y una sociedad más justa y sana, contribuye a aportar conocimiento y fundamentos científicos en el campo emergente de la salud ambiental.

Hemos de tomar conciencia que todos formamos parte del problema, pero también de la solución. Hemos de hacerlo ahora y hemos de hacerlo bien, para protegernos a nosotros mismos y en especial a niños, niñas y adolescentes, presentes y futuros.

Barcelona, 10 de octubre de 2022

Introducción

Quique Bassat y Jordi Sunyer

Autores y coordinadores del Informe

Tomando conciencia de las nuevas amenazas para la salud infantil

Las últimas cinco décadas han supuesto, a nivel global, una verdadera revolución para la salud infantil, pasando de los más de diecisiete millones de muertes anuales en la década de los setenta, a los aproximadamente 5,2 millones que se produjeron en el año 2020. Sin embargo, este progreso impresionante debe ser matizado, ya que siguen existiendo diferencias significativas relacionadas con las regiones geográficas. Las reducciones de mortalidad infantil han sido comparativamente modestas en los países de ingresos bajos y medios, que ahora representan hasta el 99 % de todas las muertes infantiles anuales, un recordatorio doloroso de las muchas inequidades que afectan a la salud global. En este contexto, y apenas empezando a superar la crisis sanitaria global causada por la pandemia de COVID-19, vale la pena recordar los múltiples desafíos a los que se enfrentan aún hoy los niños y se enfrentarán en los años a venir las nuevas generaciones que nazcan. El concepto de salud ha ido ampliándose y actualizándose de forma natural en los últimos años, y la prevención y anticipación de posibles riesgos que antes pasaban relativamente desapercibidos, empieza a tomar la importancia que realmente merece.

En este nuevo informe temático de FAROS, presentamos catorce capítulos relacionados con el tema conductor "Ambiente y Salud Infantil", con el objetivo de producir una visión amplia y complementaria de algunos de estos nuevos desafíos para la salud infantil. Darles visibilidad es un primer paso para reconocer su importancia, y poder planear cómo mejor prevenir sus consecuencias.

En el primer artículo, Sara Ajanovic y otros autores, describen la vulnerabilidad especial que los niños tienen, en comparación con los adultos, a las consecuencias del cambio climático, y cómo los que más lo sufrirán son aquellos que nacen hoy en países de media y baja renta. En estos países, donde el crecimiento poblacional sigue disparado, se concentrarán -en apenas una generación- las ciudades más pobladas del planeta, así como los mayores niveles de pobreza.

El cambio climático es pues una amenaza real y tangible para muchos de los avances logrados - lenta y dolorosamente - en salud infantil, incluyendo la disminución de la mortalidad, y los pediatras, principales garantes de la salud infantil, deben encabezar la lucha por visibilizar y reducir esta amenaza tan real pero tan poco presente en nuestro día a día.

En el segundo capítulo, Marisa Gaioli analiza el impacto de los factores de riesgo ambiental en la salud infantil, haciendo hincapié en la importancia de garantizar un ambiente saludable y exento de riesgos en el hogar donde crecen, las escuelas donde estudian y aprenden, los patios, parques y jardines donde juegan y todos aquellos espacios donde sociabilizan y eligen para desarrollarse en plenitud. El incesante deterioro del ambiente en todo el mundo contribuye a la carga de enfermedades que afectan a los niños, y conocer en detalle cuáles son los riesgos a los que se exponen los niños, y qué recomendaciones podemos proponer para mitigarlos, puede ayudar a minimizar su impacto.

En el tercer capítulo, Paula de Prado, junto con otros autores, describen y analizan los riesgos ambientales (contaminación atmosférica, metales y metaloides, contaminantes orgánicos persistentes, pesticidas y agentes químicos, o ruido, entre otros) a los que se exponen las mujeres gestantes y sus fetos durante el embarazo. Esta exposición durante un momento de gran vulnerabilidad individual puede tener consecuencias perjudiciales para la salud, metabolismo, neurodesarrollo y función respiratoria e inmunitaria del recién nacido que van mucho más allá del periodo perinatal, pudiendo incluso persistir hasta la edad adulta, y requerirán de medidas de protección específicas para su protección especial, así como la implicación de toda la sociedad, intervenciones por parte de la salud pública e incrementar la conciencia de la población de forma activa e inclusiva.

En el cuarto capítulo, Aritz Aranbarri y Marcelo Andrade ahondan en la vulnerabilidad prenatal y postnatal temprana del cerebro en desarrollo para profundizar en los riesgos de los neurotóxicos ambientales y su potencial impacto en el neurodesarrollo, proceso que ocurre fundamentalmente durante la primera infancia, niñez y adolescencia.

En el quinto capítulo, Cristina Villanueva nos habla de los riesgos asociados al consumo y utilización del agua, una necesidad básica y un derecho universal de las personas. Además de ser vehículo de múltiples agentes patógenos, la contaminación del agua es responsable de una importante morbi-mortalidad a nivel global. Asimismo, el capítulo describe los desafíos todavía existentes relacionados con el acceso y disponibilidad de agua segura, donde cerca de una cuarta parte de la población mundial (unos 2.200 millones de personas) siguen sin acceso a agua segura, y unos 3.000 millones no tienen los servicios necesarios para la higiene de manos en casa, unas cifras muy preocupantes que nos alejan de conseguir el Objetivo de Desarrollo Sostenible que tiene como meta alcanzar en 2023 el acceso universal a agua segura y saneamiento para todos.

En el sexto capítulo, Miguel Lanaspa se fija en la contaminación acústica y los riesgos físicos, psíquicos y para el aprendizaje que el ruido conlleva para la salud del niño, un factor de riesgo relativamente mal explorado hasta la fecha.

En el siguiente capítulo, Ariadna Curto y otros autores describen los riesgos asociados a la exposición a la contaminación atmosférica durante la infancia. La contaminación del aire incluye la mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire y de gases que tienen efectos nocivos sobre nuestra salud y sobre el medio ambiente, siendo las fuentes de contaminación naturales (por ejemplo, la erupción de un volcán, un incendio forestal o el polvo del desierto del Sahara) o antropogénicas (por ejemplo, el tráfico terrestre y marítimo). A nivel mundial, el 93 % de la población infantil vive en entornos con unos niveles de contaminación atmosférica por encima de las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y es fundamental visibilizar y concienciar a los pediatras y otros profesionales de la salud que trabajan con la población infantil de los importantes riesgos asociados a esta exposición, sobre todo a nivel de la salud respiratoria.

En el siguiente capítulo, Isabelle Thierry-Chef, junto con otros autores, discuten los riesgos asociados a la exposición a radiaciones ionizantes en los niños durante las prácticas médicas. El uso de la radiación con fines médicos es la mayor fuente de exposición a la radiación creada por el ser humano en la actualidad. Los avances en las tecnologías que utilizan radiación ionizante han generado un aumento cada vez mayor del número de aplicaciones clínicas en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades humanas, pero como efecto colateral del uso extendido de estas tecnologías en todo el mundo, ha supuesto un aumento importante de la exposición a dosis con efectos potencialmente perjudiciales para la salud, particularmente en la edad pediátrica. Los autores proponen unos principios generales de optimización, teniendo en cuenta que los riesgos de radiación para los procedimientos de diagnóstico por imágenes son generalmente pequeños, y que el beneficio para la salud de la información que estos procedimientos produce suele ser grande.

En el noveno capítulo, José Juan Rodríguez nos habla de la seguridad alimentaria y de los riesgos asociados al consumo de alimentos en un entorno doméstico cambiante. En el décimo capítulo, Ujué Fresán, Natalia Egea y María Dolores García abordan el impacto de la dieta en el medioambiente. Es evidente que no todos los alimentos tienen el mismo impacto en el medio ambiente, y las elecciones nutricionales y dietéticas a título individual, con dietas que sean saludables, pueden conducir a cambios positivos medioambientales. Asimismo, en los capítulos diez y once se aborda la importancia de reducir el desperdicio alimentario como estrategia fundamental para una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen a nivel mundial.

En el capítulo doce, Mark Nieuwenhuijsen y Mònica Ubalde se centran en analizar el rol de las ciudades en la salud infantil. Hoy en día, la mayoría de las personas y niños viven en ciudades, pero, en muchas de ellas, una planificación del suelo y transporte urbanos que dista mucho de ser óptima, que conlleva la contaminación de aire, ruido, el efecto isla de calor y la falta de zonas verdes, todo lo cual es perjudicial para la salud. Mejoras en la planificación y transporte urbanos como el paso del tráfico motorizado privado al transporte público y activo o el reverdecimiento de las ciudades redundarán en una mejor calidad medioambiental urbana para los niños y mejorarán, por tanto, su salud, bienestar e interacciones sociales.

En el capítulo trece, Juan Antonio Ortega-García y colaboradores reflexionan sobre los beneficios que aporta el contacto con la naturaleza a la salud infantil y de los adolescentes, y sobre temas como la pobreza ambiental, o la naturalización de los servicios de salud.

Finalmente, en el último capítulo, la psicóloga Marta Torra escribe sobre las afectaciones emocionales del cambio climático en los niños y adolescentes, permitiéndonos familiarizarnos con conceptos tales como la solastalgia y la ecoansiedad, y proponiendo consejos para que los padres detecten estos trastornos en sus hijos y cómo afrontarlos mejor.

Sin duda, este nuevo informe temático llega en un buen momento, en el que queda claro que la salud humana, y en especial la salud infantil no puede desligarse de la salud del planeta. Cuando la transformación global del planeta por la actividad humana, y en concreto la emergencia climática, crea desafíos complejos en la salud de los niños y adolescentes. El informe permitirá a sus lectores familiarizarse con temas muy diversos que tienen todos en común el medioambiente, y la exposición a factores de riesgo individuales y sistémicos para la salud infantil y del adolescente. Confiamos que esta colección de capítulos nos haga reflexionar sobre la importancia de cuidar nuestro planeta, y disminuir aquellos problemas identificados como riesgos prevenibles para la salud de las nuevas generaciones, a partir de la aplicación de intervenciones equitativas y sostenibles, tales como un comercio mundial de alimentos justo y sostenible o una nueva planificación y diseño urbano sostenible.

1. Vulnerabilidad de los niños e impacto del cambio climático en la salud infantil

Sara Ajanovic. *Pediatra, predoctoral fellow, MD, investigadora en enfermedades infecciosas pediátricas. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal) y Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Mozambique).*

Rosauro Varo. *Pediatra, PhD, MD, investigador en enfermedades infecciosas pediátricas. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal) y Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Mozambique).*

Quique Bassat. *Pediatra y epidemiólogo, PhD, MD. Director del Programa de Malaria. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal), Hospital Clínic - Universidad de Barcelona. Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM), Maputo, Mozambique. ICREA (Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid. Unidad de Enfermedades Infecciosas Pediátricas. Servicio de Pediatría. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.*

La crisis climática global, tal vez la mayor amenaza para la supervivencia humana en un futuro cercano, afectará de manera desproporcionada a la salud de los niños y niñas, y en particular, a la de aquellos que nacen en entornos con recursos limitados, tanto dentro como fuera de nuestro país. Como sociedad, no podemos ser espectadores pasivos ante lo que se ha calificado como emergencia climática, y debemos ser conscientes de los peligros venideros para actuar tanto a nivel individual como en el plano colectivo. Y en concreto, nosotros como pediatras, tenemos la responsabilidad profesional y moral de garantizar la salud de los niños y niñas de hoy, pero también de los niños y niñas que nazcan en las próximas décadas. Por todo eso, es obligado movilizarse ya y tomar las medidas necesarias para atenuar el impacto de dicha crisis en la salud infantil.

¿Qué es el cambio climático?

El cambio climático puede definirse como la variación a largo plazo de la temperatura y los patrones climáticos típicos en un área concreta del planeta o en todo su conjunto. Se trata de una amenaza creciente y sin precedentes en la historia de la humanidad, y sus consecuencias cada vez se van haciendo más evidentes para el ser humano: epidemias, desastres naturales, desplazamientos masivos de poblaciones o escasez de recursos imprescindibles, como los alimentos y el agua, son solo algunas de ellas.

La crisis climática global afectará de manera desproporcionada a la salud de los niños y niñas, especialmente de aquellos que viven en entornos con recursos limitados.

Según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2018, el mundo ha experimentado un aumento de la temperatura de 1 ºC con respecto a los niveles preindustriales, y el nivel del mar ha subido unos 20 cm desde 1880. Desde mediados del siglo XIX, el crecimiento de las temperaturas medias ha sido exponencial y continuo. Este crecimiento se ha acelerado en los últimos tiempos; por poner un ejemplo, el mar Mediterráneo ha subido entre 2,4 y 8,7 milímetros por año desde la década de los 90 del siglo XX. En España, esto se ha traducido en el aumento de las regiones costeras amenazadas por la subida del mar, incluyendo las provincias de Barcelona, Valencia, Guipúzcoa, Málaga y Cádiz. Esta subida del nivel del mar pondrá en riesgo a los más de dos millones de niños y adolescentes que viven en dichas áreas.

Por otro lado, se espera que el cambio climático tenga un impacto negativo en los determinantes ambientales y sociales de la salud. Ya hay constancia, a día de hoy, de algunas de esas consecuencias. A nivel global se prevé un mayor número de desastres naturales, y un buen ejemplo es el ciclón Idai que arrasó la zona central de Mozambique en el año 2019. Pero también estamos siendo testigos de graves inundaciones, tormentas, olas de calor y sequías, así como de brotes de enfermedades infecciosas y no infecciosas difíciles de prever y que a menudo afectan a diversos entornos geográficos en los que rara vez se habían producido en el pasado. Ejemplos de ello son la reciente epidemia de Zika en aquellos lugares donde su mosquito transmisor ha conseguido expandirse, los brotes de dengue que cada vez están más extendidos a nivel mundial - llegando a darse, incluso, algunos casos autóctonos en España -, o los brotes de ébola que se han ido repitiendo en África central en las últimas décadas. Pero, por encima de todos, la pandemia por el nuevo coronavirus SARS-Cov2 es un gran ejemplo del poder que tienen las enfermedades infecciosas a las que no estamos acostumbrados para modificar e impactar de forma radical nuestro *modus vivendi* tal y como lo conocemos. Dicha pandemia ha expuesto de forma evidente la fragilidad de nuestro sistema de salud global, dándonos una idea de cómo brotes impredecibles de enfermedades emergentes nos podrán afectar en un futuro.

Las consecuencias de la crisis, pues, nos afectarán directamente, y se prevé, por ejemplo, que en Europa en general y en España en particular las sequías se hagan más habituales. Además, habrá aumentos en las lluvias torrenciales durante la época invernal, continuará creciendo el nivel del mar y se producirá un mayor número de inundaciones. Estos cambios, que cada vez adquirirán un ritmo más veloz, afectarán al tejido económico y social de nuestro país y del resto de los países del mundo con un impacto importante sobre la producción agrícola o el comercio. Ese ritmo acelerado del cambio climático, que bien justifica su calificación de emergencia global, requiere de respuestas concretas, efectivas e inmediatas. La "acción climática" es, en efecto, el decimotercer Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), formulado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Ante este panorama, ya existen medidas en marcha que requerirán de la implicación y de un alto grado de compromiso de nuestra sociedad. El Acuerdo de París, pactado dentro del marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se acordó en 2015, se abrió a firmas en 2016 y entró en vigor en el año 2020 (cuando finalizó la vigencia del Protocolo de Kioto). Negociado por los 195 países miembros de la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21) se establecen medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto

invernadero (a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas que afectan al calentamiento global). Este acuerdo reconoció por primera vez el estrecho vínculo entre el cambio climático y la infancia. En él se incluye el reconocimiento de que los países, «cuando ponen en marcha sus planes de acción climáticos, deben promover y asegurar sus obligaciones de protección de los derechos humanos, incluyendo el derecho de las personas migrantes, de la infancia, de las personas con discapacidad e impulsar la igualdad entre hombres y mujeres, así como la equidad intergeneracional".

Si seguimos el camino actual, se espera llegar a un aumento de la temperatura global de 4 °C en el 2100. A partir de los 2 ºC, sus consecuencias serán inmanejables para la humanidad.

El Acuerdo de París fijó como uno de sus principales objetivos, con el fin de reducir los efectos del cambio climático en la salud humana, no sobrepasar un límite de 2 ºC de temperatura por encima de los niveles preindustriales. Esto es así porque se estima que, a partir de los 2 ºC de subida en la temperatura media a nivel global, la capacidad de la humanidad para adaptarse a sus efectos sea limitada. Un ejemplo de ello es que se estima que, con ese aumento, los niveles del mar subirían de tal forma que dificultarían de forme irreversible las condiciones de vida de más de 130 millones de personas. En España, de seguir por el mismo camino, se prevé que para 2040 la línea costera retroceda tres metros en el litoral cantábrico, Galicia y norte de las Islas Canarias; y que el litoral mediterráneo pueda sufrir pérdidas de más de dos metros en las áreas cercanas a Cádiz.

Teniendo en cuenta estas predicciones, nos encontramos en una encrucijada en la que tenemos la opción de tomar dos vías muy diferentes: o bien "seguir el camino actual" o bien redirigir completamente los esfuerzos hacia un futuro "muy por debajo de los 2 ºC». Y por lo que parece, no hemos tomado hasta el momento la dirección correcta. Tanto es así, que el último informe de la prestigiosa revista científica *The Lancet* sobre el cambio climático ha afirmado: "el mundo está siguiendo el camino de "seguir como hasta ahora" y esto nos llevará a un mundo profundamente alterado en el que la vida de cada niño o niña que nazca se verá sustancialmente afectada". El mismo informe preconiza que, de seguir por la misma senda, llegaremos a los 4 ºC de aumento de la temperatura global en el año 2100.

La lucha contra el cambio climático precisa de mecanismos, políticas y herramientas de adaptación nacional y local, en un esfuerzo de planificación participativa e inclusiva por parte de todos los actores de la sociedad, empezando por nuestras acciones individuales. Solo si actuamos hoy de una manera firme y decidida podremos garantizar un mañana sostenible y próspero para la infancia y adolescencia de nuestro país y del resto del mundo.

Campos inundados después de la caída de lluvias torrenciales en Maragra, Mozambique, 2019.

¿Cómo afecta a los niños?

Sin duda alguna, los niños y niñas de hoy serán las personas más afectadas por el cambio climático. Se estima que los menores de cinco años sufrirán el 88 % de la carga de enfermedad atribuible al cambio climático, afectando directamente a su calidad de vida en los años venideros. Es lógico deducir que los efectos que el cambio climático va a tener en un niño que nazca hoy van a ser mucho mayores que los que va a padecer una persona que actualmente tenga sesenta y cinco años. Esto se debe al hecho de que va a vivir más años expuesto a los efectos del cambio climático, y a cada año que pase habrá más "consecuencias acumuladas". Si esas dos personas llegan a vivir ochenta y cinco años, el niño habrá estado expuesto durante ochenta y cinco años, mientras que la persona de sesenta y cinco años tan solo dos décadas. Y, siguiendo con el mismo ejemplo, cuando ese niño nacido tenga sesenta y cinco años, su estado de salud será peor - por culpa del cambio climático - que el del humano que los cumple hoy.

Por otro lado, los niños son más vulnerables a los efectos del cambio climático por el simple hecho de ser niños. Muchas y diferentes razones biológicas contribuyen a ello y a continuación señalaremos solo algunas de ellas:

- **La inmunidad durante la infancia.** Su sistema inmunitario no se desarrolla de forma autónoma hasta más allá del año de vida, y hasta completar el calendario vacunal no poseen protección frente a muchas enfermedades infecciosas.
- **El metabolismo durante la infancia.** Sus necesidades nutritivas son mayores por el hecho de estar en desarrollo, y la falta de nutrientes apropiados en la infancia puede dejar consecuencias que se manifiesten durante toda la vida.
- **Las "ventanas de vulnerabilidad" fisiológicas** o etapas en las que son más sensibles a los factores externos - más vulnerables cuanto más inmaduros, siendo el riesgo máximo durante su vida intrauterina (durante el embarazo) y los primeros meses de vida. Por ejemplo, la barrera hematoencefálica, que protege al sistema nervioso de toxinas e infecciones, es inmadura durante dichas etapas haciendo que cualquier agente nocivo tenga más facilidad para penetrar en el cerebro.
- **Los niños consumen proporcionalmente más energía y nutrientes que los adultos**, ya que respiran más aire, beben más agua y comen más alimentos en proporción a su peso, por lo que cualquier cambio en esos factores les afectará más que a una persona adulta.
- **La dieta y patrones de comportamiento** precisan estar adaptados a las diferentes fases del desarrollo de los niños y niñas. Cambios externos extremos fácilmente pueden imposibilitar esa adaptación, perjudicando su desarrollo físico y psicopedagógico.
- **Los niños no son totalmente independientes** y su capacidad para hacer frente a los peligros ambientales depende de los recursos de sus cuidadores y de su comunidad local. Además, al no tener voz propia, sus intereses corren mayor riesgo de ser ignorados a nivel político, no solo a nivel local sino al de toma de decisiones a escala global.

Los niños no son directamente responsables de sus acciones diarias, de las de sus cuidadores, ni de las de los gobiernos de los países dónde habitan, mientras que su salud será la que se verá más afectada por el cambio climático.

El cambio climático es terriblemente injusto por muchos motivos, pero en el caso específico de cómo impactará a la infancia, es importante destacar que quién menos contribuye a éste, más repercusiones padecerá. Ya estamos viendo cómo aquellas poblaciones de países pobres con menor huella ambiental sufren los estragos derivados, entre otros, de la inseguridad alimentaria o de los desplazamientos forzados de comunidades en busca de recursos. Esta situación se recrudece en el caso de los niños, que no son directamente responsables de sus acciones diarias, de las de sus cuidadores, ni de las de los gobiernos de los países donde habitan, lo que no quita que su salud se vea desproporcionadamente afectada.

Niños se lavan y juegan en los manglares. Ilha de Moçambique, Mozambique, 2019.

¿Cómo afectará el cambio climático en diferentes lugares del mundo?

Estemos donde estemos, nuestra forma de vida individual afectará al cambio climático y por ende a todos los habitantes del planeta. El lugar en el que vivimos, y el nivel socioeconómico en el que lo hacemos, determinarán las repercusiones que vayamos a experimentar. Cada acción individual y colectiva tiene una repercusión general y cuando hablamos de cambio climático, esta afirmación es igual de cierta.

Aunque los países de bajos ingresos producen menos del 10 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, siguen siendo los más vulnerables a los efectos del cambio climático. Los efectos del cambio climático no se distribuirán geográficamente de manera equitativa y, por lo tanto, contribuirán a aumentar las desigualdades en materia de recursos y riqueza entre países y regiones que ya existen en la actualidad.

Lamentablemente, se espera que este hecho llegue a revertir muchos de los logros alcanzados en los últimos cincuenta años en cuanto a las desigualdades en materia de salud y que, de este modo, antes del 2050 un tercio de la población pueda caer a niveles de pobreza. En las últimas cinco décadas, uno de los mayores logros globales ha sido el notable avance a la hora de reducir la población que vive en esa situación de pobreza. Sin embargo, según las Naciones Unidas, de seguir con el escenario ambiental actual, dentro de tan solo tres décadas - ¡una sola generación! - 3.100 millones de personas adicionales se encontrarán en dichas condiciones. Es decir, además de las personas que vivirían en situación de pobreza extrema en un mundo sin cambio climático, un tercio extra de población lo hará a causa de la crisis climática. Pese a los logros conseguidos por los enormes esfuerzos de gobiernos y diversas entidades, tanto organizaciones no gubernamentales cómo instituciones que trabajan por el desarrollo de la Salud Global y contra la desigualdad, y gracias a los cuáles habíamos llegado a las mejores cifras históricas en cuanto a niveles de pobreza extrema y a mortalidad infantil, será difícil luchar contra una amenaza tan tangible y preocupante.

Siendo una emergencia global, cualquier rincón del planeta se verá afectado. España en particular es considerada uno de los países europeos más vulnerables al cambio climático. El año 2016 fue el cuarto año más caluroso jamás registrado en el país- y se tienen registros desde 1880-, mientras que se ha observado un aumento de la temperatura media en todo el territorio. A esto se podría añadir que ha habido un 20 % menos de precipitaciones respecto a la media anual. Los efectos de esta crisis tienen el poder de transformar la economía y fisonomía del país, y someter a la población a olas de calor y frio, temperaturas extremas, falta de agua y mayor contaminación del aire.

Figura 1. Países emisores de CO_2. Fuente: *The Guardian* 2015 según datos de *Global Carbon Project* (Glen Peters *et al*). De 2013.

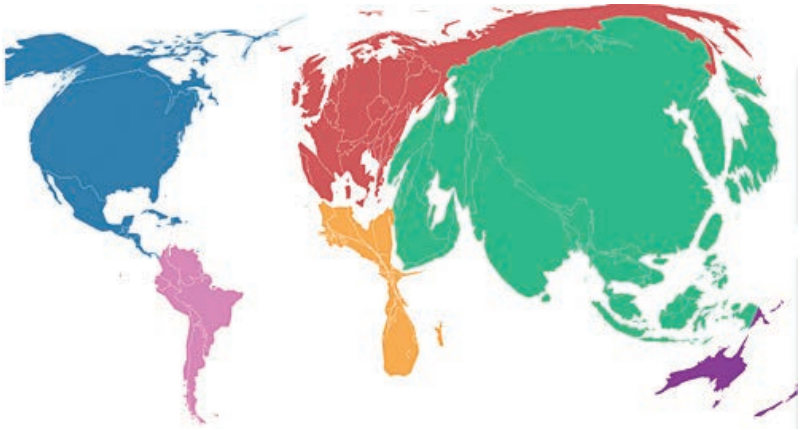
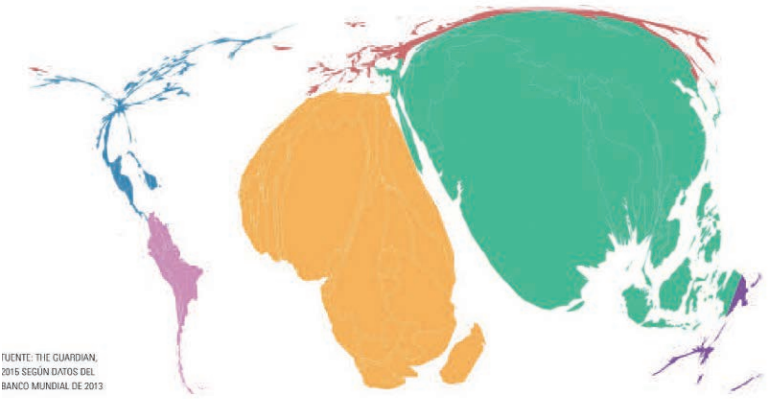


Figura 2. Países que sufren las consecuencias del cambio climático. Fuente: *The Guardian* 2015 según datos del Banco Mundial de 2013.



¿Cómo y dónde se verán afectados los niños y niñas de los países con pocos recursos?

España es uno de los países europeos más vulnerables al cambio climático.

Los niños y niñas pobres serán los que paguen más caras nuestras acciones en lo referente al cambio climático. Un ejemplo son las repercusiones en la salud infantil de las sequías e inundaciones que afectarán a los rendimientos agrícolas en las zonas que ya padecen inseguridad alimentaria, lo que dará lugar a un aumento de la desnutrición, causada por la falta de los aportes calóricos y nutricionales necesarios para el niño. La desnutrición aguda - la que se desarrolla en un breve lapso de tiempo - y la crónica, es decir la que afecta de forma continua a los niños durante su desarrollo, tienen consecuencias muy graves. Son tanto causa de mortalidad directa para los niños, que pueden fallecer en poco tiempo si no reciben tratamiento, como causa de una peor calidad de vida y alteración del desarrollo físico y psicosocial a largo plazo. Por ejemplo, incrementándose el riesgo de infecciones potencialmente letales, o comprometiéndose el desarrollo neurocognitivo de los que la padecen de forma repetida y/o continua.

El cambio climático también contribuirá a la contaminación del agua y los alimentos, poniendo en peligro el ya difícil acceso al agua potable y la mejora del saneamiento en las regiones donde esto ya es un desafío. Uno de los grandes retos en el ámbito de la Salud Global es asegurar el acceso a agua potable a todas las personas del mundo, considerada uno de las herramientas probadas más eficientes frente a la propagación de enfermedades infecciosas. Sin el correcto saneamiento del agua, incluyendo la gestión de residuos o sistemas de letrinas, los agentes infecciosos que se eliminan por las heces se mezclan con el agua usada para los cultivos, para la higiene, para beber y cocinar. Eso puede llevar a padecer brotes de infecciones agudas, como el cólera o el virus de la hepatitis A, como puede también

facilitar la propagación de enfermedades que se pueden cronificar, como las provocadas por parásitos intestinales.

Del mismo modo, es probable que las olas de calor extremo golpeen con más fuerza a quienes no tienen recursos para hacerles frente, pues es diferente padecer temperaturas extremas dentro de casas climatizadas que hacerlo viviendo en la intemperie o en construcciones mal acondicionadas. Se puede deducir fácilmente que la repercusión que puede tener una ola de calor en una población infantil que vive en casas con aire acondicionado, que puede disponer de transporte adaptado hasta la escuela, y que estudia en espacios bien adaptados para mantener la rutina escolar de forma normal pese a la temperatura extrema exterior, será diferente a la de niños que viven en casas mal aisladas, que tienen que ir andando a la escuela durante quilómetros, y que una vez allí se encuentran con edificaciones e instalaciones precarias. Esas diferencias tienen consecuencias directas en el efecto de las olas de calor entre ambos. En el primer caso, los niños estarán mínimamente expuestos a las variaciones de temperatura en su día a día. En el segundo caso, eso no es posible, y se producirán fácilmente efectos nocivos como la deshidratación, a la que debemos sumar la escasez de agua saneada para combatirla. El absentismo escolar y la dificultad para acceder a centros sanitarios en ese escenario solo agravan la frágil situación que ya viven estos niños.

Los grandes desplazamientos de población también afectarán a la salud, el desarrollo económico y la estabilidad política, poniendo en peligro aún más la salud de las personas desplazadas, que tienen menos herramientas para hacer frente a esos peligros.

Durante los desplazamientos masivos o en las situaciones posteriores a desastres naturales (imaginemos la vida en uno de los muchos campos de refugiados que existen en todo el mundo ahora mismo, o los días posteriores a un terremoto o tsunami), surgen brotes de enfermedades infecciosas (como podrían ser los brotes de diarrea), se ven interrumpidos procesos de prevención de enfermedades (campañas de vacunación infantil y consultas prenatales, saneamiento de agua, acceso a los alimentos necesarios), y pueden darse conflictos violentos para conseguir los escasos recursos disponibles, entre ellos los anteriormente citados. En estas circunstancias, los niños pagan siempre el precio más alto, ya que sus vidas están más expuestas y perturbadas ante la inseguridad de cualquier tipo.

Las condiciones ambientales y sociales de los países de baja renta también hacen que estos niños estén más expuestos a los agentes infecciosos, ya que pasan más tiempo al aire libre, están más en contacto con microorganismos y vectores, y es más probable que coman y beban de fuentes contaminadas.

Estos estragos no afectarán a una minoría de niños y niñas del mundo, sino todo lo contrario, ya que de los 2.300 millones de niños del mundo en el 2015 "más de 500 millones vivían en zonas con niveles extremadamente altos de ocurrencia de inundaciones, y casi 160 millones vivían en zonas de alta o extremadamente alta gravedad de sequías". La mayoría de esas zonas se encontraban en África y Asia. El

crecimiento demográfico, desigual en todo el planeta, implica que para 2050 más de un tercio de los niños del mundo vivirán en el África subsahariana. Desde 2015 en adelante, África subsahariana es la región del mundo con el mayor número de nacimientos, y se prevé que esa tendencia siga en aumento en lo que queda de siglo. La población infantil africana habrá crecido de 496 a 661 millones para 2030, y a mitad de siglo supondrá el 38 % de todos los nacimientos en el mundo. En estas regiones, las áreas urbanas o *slums* son las que más explosión demográfica van a padecer. Tanto es así que en la actualidad solo una de las veinte ciudades más pobladas del mundo se encuentra en África, y se espera que sean trece de veinte en 2100. Teniendo en cuenta que esas regiones ya están sufriendo los peores problemas de salud relacionados con la pobreza, es previsible que éstos solo empeoren como consecuencia del cambio climático.

El cambio climático aumentará la mortalidad infantil tanto por sus factores de riesgo como por sus causas directas.

En resumen, los niños y niñas que nacen hoy en los países de bajos ingresos tienen más probabilidades de sufrir las consecuencias sanitarias del cambio climático y se verán doblemente afectados, tanto por las desigualdades intergeneracionales cómo las geográficas; es decir; por ser niños, por ser pobres y, sobretodo, por ser ambas cosas.

Este hecho perpetúa el inhumano ciclo de la pobreza: los niños y niñas que nazcan en una familia pobre de un país también pobre tendrán peor salud. Eso les dificultará acceder a la escuela con normalidad, a la universidad si lo quisieran, y a tener mejores trabajos que los de sus progenitores. En esa situación, cuando ellos tengan sus propios hijos, estos volverán a nacer con desventaja... y se repetirá el ciclo.

Área de ingreso pediátrica en un hospital público de Bangladesh. Chittagong, Bangladesh, 2020.

¿Cómo afectará esto a la mortalidad infantil?

Se estima que el cambio climático ya tiene un impacto significativo en la mortalidad infantil. Según la Organización Mundial de la Salud, en 2019 murieron 7,4 millones de niños, adolescentes y adultos menores de veinticinco años, en su mayoría por causas prevenibles. El 70 % de estas muertes se produjeron durante los primeros cinco años de vida, y casi la mitad de ellas en el primer mes de vida. Entre las principales causas de muerte en niños menores de cinco años se encuentran:

- Muertes neonatales (principalmente por asfixia, perinatal, prematuridad e infecciones), que representan aproximadamente la mitad de todas las muertes en niños menores de cinco años de vida.
- Infecciones respiratorias agudas.
- Diarrea.
- Malaria.
- Desnutrición - cómo causa única, o afectando transversalmente a todas las otras.

Las medidas más importantes para prevenir esas muertes son la inmunización (es decir, la vacunación), la nutrición adecuada, el acceso a agua potable y alimentos, o la atención adecuada a sus necesidades por parte de personal bien formado y adecuadamente capacitado. Y si bien la mortalidad infantil se ha reducido a la mitad en los últimos veinticinco años, algunos indicios sugieren que comenzará a aumentar nuevamente como resultado del cambio climático. Un estudio reciente sobre la relación entre la exposición al calor y la salud materna mostró que, en las épocas con aumentos de temperatura, se observa un mayor número de nacimientos prematuros, de nacimientos con bajo peso y de mortinatalidad. La etapa perinatal es uno de los momentos críticos y de más riesgo de mortalidad entre los niños; es decir, antes, durante y días después del parto. Estos momentos cruciales se complicarán aún más con el cambio climático, con lo que uno de los determinantes de mortalidad infantil más importantes se verá claramente aumentado.

En cuanto a las enfermedades respiratorias, la variabilidad de la temperatura parece aumentar el número de casos de neumonía y exacerbar los efectos de los alérgenos y la contaminación atmosférica. Sin ir muy lejos, durante los grandes incendios ocurridos en España en 2012, el impacto en la salud de la contaminación del aire mostró un claro aumento del número de niños y niñas con problemas respiratorios, especialmente asma y rinitis.

Curso de alimentación para madres de niños con desnutrición. Manhiça, Mozambique, 2018.

Por otro lado, existe cierta incertidumbre sobre el impacto directo del cambio climático en lo que respecta a la carga de la malaria (una de las enfermedades con mayor repercusión en la salud global infantil), pero hay evidencias que sugieren que las enfermedades transmitidas por vectores en general aumentarán. Es importante señalar que el número de personas que viven en las zonas de transmisión del paludismo aumentará al 60 % de la humanidad para 2100.

En relación con la desnutrición, su porcentaje aumentará en un 16 % debido al menor acceso a los alimentos, lo que afectará de manera implacable y transversal a todas las demás causas de muerte.

Por último, los niños que vivan grandes desplazamientos de población y grandes desastres climáticos tendrán un acceso más deficiente a las medidas preventivas, como la vacunación, el saneamiento adecuado y la higiene. Por lo tanto, aumentarán tanto los factores de riesgo indirectos - es decir, las condiciones que favorecen que los niños enfermen-, como las causas directas de muerte -las enfermedades en sí- de los niños.

Trabajadores fumigan instalaciones hospitalarias para disminuir la prevalencia del vector transmisor de malaria: el mosquito Anopheles. Manhiça, Mozambique, 2018.

¿Qué podemos hacer nosotros para frenar el cambio climático?

Para frenar la crisis climática se deben tomar decisiones a nivel político, tanto a nivel nacional y regional como a mayor escala, pero también podemos contribuir de forma directa con nuestras acciones diarias destinadas a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Lo podemos hacer adaptando en la medida posible nuestras viviendas para que sean eficientes energéticamente, o disminuyendo el uso de combustibles fósiles, especialmente para generar electricidad y para el transporte que usamos en nuestro día a día. Un gesto como desplazarse en bicicleta o andando siempre que sea posible implica un gran cambio. Limitar nuestros desplazamientos en avión (y su enorme huella de carbono) y potenciar el uso de trenes es otra de las medidas que podemos asumir a nivel individual.

Y tampoco podemos olvidar cómo nuestra dieta también afecta a la producción de estos gases. Las labores ganaderas (especialmente en sistemas de producción intensiva) contribuyen en gran manera a las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que consumir menos carne, o bien priorizar la compra de carne procedente de granjas sostenibles, es otro gesto con el que podemos disminuir nuestra huella de carbono. Asimismo, el transporte de los alimentos que consumimos hasta nuestro lugar es otro potencial factor emisor de gases nocivos, por lo que priorizar el consumo de proximidad, comprando alimentos de productores agrícolas cercanos, reduce las emisiones debidas al transporte y a la manutención de cadenas de refrigeración de los alimentos.

Por último, la educación infantil en materia de ecología, biodiversidad y sostenibilidad debería ser clave. Los niños de hoy tienen que estar formados en estos temas que tanto van a repercutir en sus vidas futuras, y debemos hacer que cada vez sean más partícipes de las políticas climáticas y de la toma de decisiones, tanto a nivel individual o doméstico, como en la política a gran escala.

Para frenar la crisis climática se deben tomar decisiones a nivel político, pero también podemos contribuir de forma directa con nuestras acciones diarias.

En definitiva…

La descripción de un escenario futuro tan apocalíptico no puede quedarse en un simple esbozo. El cambio climático es una amenaza real y tangible para muchos de los avances logrados - lenta y dolorosamente - en salud infantil, incluyendo la disminución de la mortalidad, y la comunidad sanitaria mundial debe comprometerse y priorizar estos campos de investigación.

La pandemia mundial por SARS-CoV2 está siendo una ocasión excepcional en la que los habitantes de los países ricos están experimentando lo que significa vivir una situación desesperada, sin poder contar con las herramientas necesarias para afrontar el impacto de una enfermedad muy transmisible y con el potencial de afectar a gran parte de la población de forma rápida. Desgraciadamente, esta es una realidad constante en la mayoría de los países de baja renta del mundo, y si no cambia nuestra implicación frente al cambio climático, seguirá siendo en más regiones del planeta.

Como pediatras que trabajamos en el ámbito de la salud infantil mundial, tenemos que liderar los esfuerzos para anticipar, prevenir y abordar los futuros problemas de salud infantil derivados de nuestra propia actuación. Como individuos que formamos parte de un mundo globalizado - para lo bueno y para lo malo-, debemos dirigir todos nuestros esfuerzos individuales y colectivos para revertir los daños ya producidos y evitar una crisis climática de muy mal pronóstico. En efecto, *"ninguna responsabilidad humana es más profunda que el deber de cada generación de cuidar de la generación que la sigue".*

Bibliografía

1. Antczak, M., Mark, NM & Michaelis, M. (2018). Investigating the unknown functions in the minimal bacterial genome reveals many transporter proteins. *VioRxiv The preprint server for Biology, 33136*(305), 1-27. https://doi.org/10.1101/381657

2. Bennett, C. & Friel, S. (2014). Impacts of Climate Change on Inequities in Child Health. *Children (Basel), 1*(3), 461-473. https://doi.org/10.3390/children1030461

3. Bloom, D.E. & Cadarette, D. (2019). Infectious disease threats in the twenty-first century: Strengthening the global response. *Frontiers in Immunology, 10*(549),1-12. https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00549

4. Ezbakhe, F., & Pérez-Foguet, A. (2020). Child mortality levels and trends: A new compositional approach. *Demographic Research*, 43, 1263–1296. https://www.jstor.org/stable/26967840

5. Fondo de las Naciones Unidas para los Niños (2015). *Children in Africa. Key statistics on child survival, protection and development.* https://data.unicef.org/resources/children-in-africa-child-survival-brochure/

6. Fondo de las Naciones Unidas para los Niños Comité Español (2017). *El impacto del cambio climático en la infancia en España.* https://www.unicef.es/publicacion/el-impacto-del-cambio-climatico-en-la-infancia-en-espana

7. Fondo de las Naciones Unidas para los Niños (2015) *Unless we act now: The impact of climate change on children.* https://www.unicef.org/reports/unless-we-act-now-impact-climate-change-children

8. IPCC (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

9. Johnson, R.J., Wesseling, C. & Newman, L.S. (2019). Chronic kidney disease of unknown cause in agricultural communities. *New English Journal of Medicine, 380*(19), 1843–1852. https://doi.org/10.1056/NEJMra1813869

10. Kiang, K., Graham, S. & Farrant, B. (2013). Climate change, child health and the role of the paediatric profession in under-resourced settings. *Tropical Medicine and International Health*, *18*(9), 1053-1056. https://doi.org/10.1111/tmi.12153

11. Kuehn, L. & McCormick, S. (2017). Heat exposure and maternal health in the face of climate change. *International Journal of Environmental Research and Public Health,14*(853), 1-13. https://doi.org/10.3390/ijerph14080853

12. Parham, P.E., Waldock, J., Christophides, G.K., Hemming, D., Agusto, F., Evans, K.J, Fefferman, N., Gaff, H., Gumel, A., LaDeau, S., Lenhart, S., Mickens, R.E., Naumova, E.N., Ostfeld, R.S., Ready, P.D., Thomas, M.B., Velasco-Hernandez, J. & Michael, E. (2015). Climate, environmental and socio-economic change: Weighing up the balance in vector-borne disease transmission. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences (Philosophical Transactions of the Royal Society B), 370*(1665),1–17. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0551.

13. Philipsborn, R.P. & Chan, K. (2018). Climate change and global child health. *Pediatrics, 141*(6). https://doi.org/10.1542/peds.2017-3774

14. Sangani, K. (2014). The heat is on. *Enginnering and Technoloy Publishing, 9*(7), 49–51. https://doi.org/10.1049/et.2014.0709

15. Semenza, J.C. & Suk, J.E. (2018). Vector-borne diseases and climate change: A European perspective. *FEMS Microbiology Letters,365*(2),1–9. https://doi.org/10.1093/femsle/fnx244

16. Sheffield, P.E. & Landrigan, P.J. (2011) Global climate change and children's health: Threats and strategies for prevention. *Environ Health Perspect*,*119*(3), 291–8. https://doi.org/10.1289/ehp.1002233

17. Sohn, S., Cho, W., Kim, J.A., Altaluoni, A., Hong, K. & Chul Chun, B. (2019) "Pneumonia weather": Shortterm Effects of Meteorological Factors on Emergency Room Visits Due to Pneumonia in Seoul, Korea. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, *52*(2), 82–91. https://doi.org/10.3961/jpmph.18.232

18. Stanberry, L.R.; Thomson, M.C. & James, W. (2018) Prioritizing the needs of children in a changing climate. *PLoS Medicine, 15*(7), 11–4. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002627

19. Sun, S., Laden, F., Hart, J.E., Qiu, H., Wang, Y., Wong, C.M., Lee, R.S. & Tian, L. (2018). Seasonal temperature variability and emergency hospital admissions for respiratory diseases: A population-based cohort study. *Thorax,73*(10),951–8. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211333

20. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Prospects: The 2015 Revision.Volume I: Comprehensive Tables.* (ST/ESA/SER.A/379).https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2020/Jan/un_2015_world_population_prospects-2015_revision_volume-i_comprehensive-tables.pdf

21. Vicedo-Cabrera, A. M., Esplugues, A., Iñíguez, C., Estarlich, M., & Ballester, F. (2016). Health effects of the 2012 Valencia (Spain) wildfires on children in a cohort study. *Environmental geochemistry and health*, *38*(3), 703–712. https://doi.org/10.1007/s10653-015-9753-5

22. Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Drummond, P., Dubrow, R., Ebi, K. L., Eckelman, M., Ekins, P., … Montgomery, H. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet (London, England)*, *394*(10211), 1836–1878. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32596-6

23. Xu, Z., Hu, W., & Tong, S. (2014). Temperature variability and childhood pneumonia: an ecological study. *Environmental health : a global access science source*, *13*(1), 51. https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-51

24. You, D., Hug, L., Ejdemyr, S., Idele, P., Hogan, D., Mathers, C., Gerland, P., New, J. R., Alkema, L., & United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (UN IGME) (2015). Global, regional, and national levels and trends in under-5 mortality between 1990 and 2015, with scenario-based projections to 2030: a systematic analysis by the UN Inter-agency Group for Child Mortality Estimation. *Lancet (London, England)*, *386*(10010), 2275–2286. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00120-8

25. Zakham, F., Alaloui, A., Levanov, L., & Vapalahti, O. (2019). Viral haemorrhagic fevers in the Middle East. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, *38*(1), 185–198. https://doi.org/10.20506/rst.38.1.2952

26. Zhang, Y., Bi, P., & Hiller, J. E. (2007). Climate change and disability-adjusted life years. *Journal of environmental health*, *70*(3), 32–36.

2. Introducción al impacto de los factores de riesgo ambiental en la salud infantil

Marisa Gaioli

Pediatra y especialista en Salud Infantil y Ambiente. Secretaria del Comité de Salud Infantil y Ambiente de la Sociedad Argentina de Pediatría. Coordinadora de la Unidad Pediátrica Ambiental del Hospital de Pediatría Dr. Juan P Garrahan de Buenos Aires y Docente Auxiliar de la Cátedra de Pediatría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

El 23% de todas las muertes del mundo pueden prevenirse mejorando la calidad del ambiente.

Los niños, niñas y adolescentes necesitan un ambiente sano para poder desarrollar su máximo potencial, alcanzar el bienestar y poder cumplir sus sueños. Un ambiente que está representado por el hogar donde crecen, las escuelas donde estudian y aprenden, los patios, parques y jardines donde juegan y todos aquellos espacios donde sociabilizan y eligen para desarrollarse en plenitud.

Cada vez más datos demuestran que el incesante deterioro del ambiente en todo el mundo contribuye a la carga de enfermedades que afectan a los niños, en países tanto de renta baja como de renta alta. El 23 % de todas las muertes del mundo pueden prevenirse mejorando la calidad del ambiente. Más de una cuarta parte de las defunciones en menores de cinco años son consecuencia de la contaminación ambiental. Las principales causas de muerte entre los menores de cinco años son la neumonía, las complicaciones por parto prematuro, la asfixia perinatal y la malaria. Todas ellas relacionadas con el ambiente. Las amenazas ambientales y las exposiciones en la mayoría de los casos son prevenibles.

Las enfermedades pueden estar ligadas al consumo de agua y a la falta de saneamiento básico, o a la contaminación del aire en los hogares. La presencia de metales pesados en los suelos, las variaciones del clima generadas por el aumento de los gases de efecto invernadero, las radiaciones ultravioletas, el consumo de alimentos inseguros, la ubicuidad de las sustancias químicas peligrosas y la contaminación del aire exterior son solo algunas más de las tantas amenazas ambientales que pueden alterar el organismo de un niño en pleno crecimiento. Los

períodos de gestación y la infancia son períodos de alta vulnerabilidad frente a los riesgos ambientales por sus características anatofisiológicas, su conducta y por las vías de exposición específicas como lo son la placenta y la leche materna.

La contaminación ambiental es la causa más importante de enfermedad y muerte prematura en el mundo actual. Los daños que provoca en la salud pueden ser irreversibles e incluso ocasionar la muerte dependiendo de las características y de la intensidad del factor, la duración de la exposición y del momento del desarrollo en el que impactan. Las exposiciones pueden producirse desde la concepción del niño si los padres viven en entornos degradados o poco saludables. La salud de la madre afecta directamente la del niño. Asegurando un embarazo saludable se genera bienestar en la madre y en su hijo y a lo largo del tiempo en la sociedad. El impacto de los factores ambientales adversos puede ser acumulativo e intergeneracional. Así, las enfermedades pueden aparecer en etapas tempranas de la vida, en la adultez o presentarse en la siguiente generación. Según la OMS (2016) la gran mayoría de las muertes vinculadas al ambiente se deben a enfermedades cardiovasculares como el accidente cerebrovascular y la cardiopatía isquémica.

Más de cinco millones de niños y niñas de cero a catorce años fallecen anualmente debido a enfermedades vinculadas al ambiente. La población infantil es una población vulnerable frente a los factores de riesgo ambiental. Estos se ven exacerbados por otros determinantes de la salud como la pobreza, la desigualdad social, la urbanización no planificada, la desnutrición, la falta de acceso a la salud y a la educación. Las amenazas ambientales no son iguales en el mundo, varían según el grado de desarrollo de países o regiones y también si las áreas son urbanas o rurales.

Los niños y niñas necesitan ambientes saludables, seguros para crecer y desarrollarse. Los adultos debemos contenerlos y protegerlos contemplando y defendiendo sus derechos. Ellos son el "corazón del desarrollo sostenible", representan las sociedades contributivas del futuro.

Uno de los tantos aprendizajes que nos está enseñando la pandemia por COVID-19 es la inexorable relación que existe entre la salud y el ambiente en toda su dimensión y la posibilidad de concienciarnos para revertir los factores de riesgo que acechan el bienestar de la población infantil.

¿Qué es un factor de riesgo?

Necesitamos diferenciar entre factor de riesgo y peligro. El peligro es un término cualitativo que expresa la propiedad de un agente ambiental de dañar la salud de una persona, depende de una propiedad inherente al agente. Por ejemplo, el potencial de nocividad de una sustancia química. Y factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de una persona que aumenta su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. La exposición al humo ambiental del tabaco como contaminante del aire interior es un ejemplo.

Existen factores de riesgo llamados tradicionales que son aquellos que persisten a través del tiempo y que están relacionados con la pobreza y la ausencia de desarrollo. Se manifiestan con rapidez relativa en forma de enfermedad, por ejemplo, la relación entre la falta de acceso al agua segura y la diarrea. A pesar de

los importantes esfuerzos realizados con el fin de reducir los riesgos ambientales para la salud, los riesgos de tipo tradicional persisten y menoscaban la equidad en materia de salud. Si bien se han conseguido importantes progresos para proteger a las personas de los riesgos ambientales conocidos mediante el establecimiento de normas y directrices, la aplicación de soluciones —entre ellas, medidas de reglamentación— y el seguimiento de las actividades, aún queda por hacer.

Los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) están enfocados en cumplir estas metas. Los ODS fueron adoptados por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015 como una llamada universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. Los diecisiete ODS están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medioambiental, económica y social. Incluye objetivos que abarcan agua limpia y saneamiento, ciudades y comunidades sostenibles, energía asequible y no contaminante y acción por el clima entre otros.

Es necesario reconocer los factores de riesgo y proteger el ambiente para que los niños y niñas crezcan y se desarrollen en pleno estado de salud y alcancen el bienestar.

Aquellos factores de riesgo llamados *modernos* están ligados a un desarrollo rápido sin considerar la salud ni el ambiente y a un consumo insostenible de los recursos naturales. Generalmente requieren períodos largos de latencia antes de impactar en la salud, por ejemplo, las sustancias químicas peligrosas, los metales pesados o la contaminación del aire exterior.

En las últimas décadas, con la rápida globalización, la urbanización, el consumo desmedido y el aumento exponencial de la población asociados a los avances tecnológicos y la industrialización, han surgido otros factores de riesgo llamados *emergentes*, por ejemplo los residuos eléctricos y electrónicos, el cambio climático y la disminución de la capa de ozono, la deforestación, la producción de nanopartículas, los microplásticos que contaminan el agua y aire, las radiaciones no ionizantes o las sustancias disruptoras endocrinas.

Es necesario reconocer los factores de riesgo y proteger el ambiente para que los niños y niñas crezcan y se desarrollen en pleno estado de salud y alcancen el bienestar.

Factores de riesgo ambiental a los cuales se encuentran expuestos los niños

Viviendas inadecuadas

La vivienda es un componente fundamental de la calidad de vida. Además de su fin básico de proporcionar cobijo frente a los elementos de la naturaleza y constituir el núcleo de la vida familiar, el entorno hogareño debería proteger contra los riesgos para la salud derivados del medio ambiente físico y social.

En el mundo, seis de cada diez personas carecen de acceso a instalaciones de saneamiento gestionados de forma segura.

La vivienda inadecuada es un factor de riesgo ligado íntimamente a la pobreza y la inequidad. Mil millones de personas en el mundo residen en asentamientos informales y de baja calidad. Una de cada cuatro personas de zonas urbanas de América Latina vive en asentamientos urbanos o precarios.

Las malas condiciones de habitabilidad exponen a los niños a serios riesgos para la salud. Los factores asociados a la vivienda, como los materiales de construcción inadecuados o incorrectos, los defectos de edificación, el hacinamiento, la falta de ventilación, la mala calidad del aire, la inadecuada disposición de basura y de los sistemas de recogida, la defectuosa conservación y preparación de los alimentos, las temperaturas extremas, los niveles altos de ruido, el exceso de humedad, la mala iluminación y las plagas influyen significativamente en la salud.

La disposición inadecuada de los residuos puede crear basurales a cielo abierto que amenazan la salud de los vecinos. Es frecuente la quema de los mismos contaminando el aire con sustancias peligrosas. Así también favorecen la proliferación de vectores de enfermedades como mosquitos y ratas entre otros.

Acceso al agua segura y saneamiento

En el mundo tres de cada diez personas carecen de acceso al agua segura; agua que es utilizada para beber, para la preparación de los alimentos y también para la higiene personal. En algunos países en vías de desarrollo las mujeres y las niñas recorren largos caminos para acarrear agua utilizando varias horas del día, restando tiempo para hacer otros trabajos en el hogar, cuidar de los hijos y en el caso de las niñas para estudiar o jugar.

Existe una inadecuada distribución del agua dulce y se prevé que para el 2050 al menos un 25 % de la población mundial vivirá en un país afectado de escasez crónica de agua. Esa escasez de agua junto a la mala calidad y déficit de saneamiento

repercuten en la salud de los niños y niñas. Casi un 70 % del agua dulce de los ríos, lagos y acuíferos se utiliza para el riego de los cultivos y solo un 8 % para uso doméstico, el resto es utilizado por las industrias.

Aproximadamente 1.000 niños y niñas mueren cada día por enfermedades diarreicas producidas por falta de higiene. En el mundo, seis de cada diez personas carecen de acceso a instalaciones de saneamiento gestionados de forma segura. En el caso de no contar con una adecuada disposición de las excretas, el agua y los alimentos se contaminan con microorganismos como virus, bacterias y parásitos. En la escuela, la falta de saneamiento favorece la transmisión de enfermedades entre los niños y niñas y hace que muchas niñas decidan no ir a la escuela por no poder higienizarse correctamente, esto se traduce en un alto grado de ausentismo escolar. La escasez de agua para el lavado de manos, cara y cuerpo favorece la aparición de infecciones en la piel como impétigo y el tracoma (este último afecta los ojos).

La lactancia materna exclusiva ayuda a disminuir estas enfermedades en los niños/as pequeños/as.

Una de las recomendaciones para la prevención del COVID- 19, así como de otras enfermedades infecciosas, es el lavado de manos de forma adecuada y frecuente. En el mundo, 2.100 millones de personas carecen de los medios para poder llevarlo a cabo de manera correcta.

En el año 2006, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) reconoció explícitamente el derecho de las personas al abastecimiento de agua segura y de saneamiento básico. En ese mismo año la OMS informó que el 80 % de las enfermedades y el 33 % de las muertes en los países de baja renta se relacionaban con el inadecuado acceso al agua segura.

La contaminación del agua puede producirse por causas biológicas, químicas, radioactivas o térmicas. A su vez puede ser de causa natural, por ejemplo, el arsénico, que se encuentra en los acuíferos o derivada de las actividades humanas, por ejemplo, por plaguicidas.

La contaminación biológica se produce por bacterias, virus o parásitos que pueden producir diarrea, desnutrición, anemia, hepatitis hasta enfermedades más complejas.

Entre las sustancias químicas que pueden contaminar el agua superficial y profunda se encuentran los plaguicidas y los fertilizantes, los nitritos y nitratos, el arsénico, el flúor, los hidrocarburos provenientes de desechos industriales y metales pesados como el plomo, mercurio, cadmio y cromo. El plomo y el mercurio representan un problema importante para la salud pública del mundo por los efectos que producen en el neurodesarrollo.

El uso indiscriminado de plaguicidas contamina las aguas superficiales y profundas y no solo producen deterioro del suelo, sino que afectan gravemente la salud de las personas que beben el agua e ingieren los alimentos contaminados.

Los nitritos y nitratos pueden alterar la calidad del agua por contaminación con las excretas humanas o de animales, con residuos industriales o por el uso de fertilizantes y abonos agropecuarios. Esta contaminación puede producir en los menores de seis meses de edad un cuadro que se manifiesta con coloración azulada de la piel, dificultad para respirar y taquicardia.

El hidroarsenicismo es una enfermedad producida por niveles altos de arsénico en el agua subterránea que se utiliza para beber, para lavar los alimentos y para el abreviamiento de los animales. Esta contaminación ocurre en numerosos lugares del mundo como en Argentina, Chile, Vietnam, India, Bangladesh, España e Italia entre otros. Tras la exposición crónica aparecen lesiones en la piel, hipertensión arterial, compromiso pulmonar y a largo plazo tumores de piel, pulmón, laringe, esófago y estómago. Es importante el diagnóstico precoz de la exposición ya que al suplantar o mejorar la fuente de agua algunos síntomas pueden revertir.

En las últimas décadas se ha detectado contaminación del agua con numerosos fármacos como antibióticos, antineoplásicos y benzodiacepinas.

El Objetivo 6 de los ODS se refiere al agua limpia y saneamiento para garantizar el acceso universal al agua potable y asequible para todos en el 2030, para ello es necesario que los estados realicen inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

Recomendaciones:

La educación en higiene y la promoción de buenas prácticas especialmente en las escuelas son fundamentales. Los niños/as generan cambios importantes.

La educación en higiene y la promoción de buenas prácticas, especialmente en las escuelas, son fundamentales.

- Corrobora el origen del agua para beber, para lavar los alimentos, los utensilios de cocina, cocinar, ducharse o para el lavado de verduras.
- La desinfección con cloro es la forma más apropiada y universalmente aceptada de garantizar la inocuidad microbiológica. Agrega dos gotas de lejía por litro de agua. Deja reposar durante treinta minutos y luego ya se puede utilizar.
- Puedes también hervirla durante tres minutos, es el tiempo suficiente para destruir microorganismos y liberar el agua de la contaminación biológica. No elimina la contaminación química, por el contrario, si se excede el hervor se pueden concentrar algunas sustancias químicas como los metales pesados o el arsénico.
- Lávate las manos después del baño, luego de cambiar los pañales, después de higienizar a un niño que fue al baño, luego de tocar la basura, de manipular cualquier sustancia química, luego de tocar carne cruda, antes de preparar la comida, antes de comer y siempre que estén sucias.
- Los depósitos de reserva de agua deben revisarse con frecuencia, la tapa debe estar colocada cerrando toda la superficie abierta y debe encontrarse en buenas condiciones para que no entren suciedades en el mismo.
- Deben limpiarse muy bien las canaletas de los techos si éstas van a utilizarse como vehículo para la recolección de agua de lluvia.
- No utilices envases de procedencia dudosa (envases de plaguicidas, fertilizantes o cualquier otra sustancia química peligrosa) para almacenar el agua para consumo humano, de animales o para riego aun cuando estos envases hayan sido lavados previamente.
- Toma medidas elementales para ahorrar el agua potable. Por ejemplo, mantén los grifos cerrados, asegúrate de que no goteen. No dejes correr el agua mientras te cepillas los dientes.
- Protege los recursos de agua, no contaminándolos.

- Cuida el agua de las piscinas de recreación: en caso de las pequeñas, de plástico, utilizadas para lactantes se recomienda el cambio del agua a diario, previo lavado de toda la superficie de la misma. En las de lona u otro tipo de material siempre deben estar cloradas y limpiar las superficies antes de renovar el agua.
- Solo utiliza aquellas aguas de recreación que hayan sido testeadas y evaluadas como seguras para baños de recreación.
- La presencia de películas superficiales que forman las cianobacterias (como una superficie aterciopelada verde sobre el agua) es un indicador de aguas contaminadas con alto riesgo de efectos adversos para la salud de los bañistas.

Contaminación del aire

La OMS considera que la contaminación del aire es actualmente el riesgo más importante para la salud. Aproximadamente el 91 % de la población mundial respira aire de mala calidad y cada año mueren siete millones de personas a causa de la contaminación del aire siendo responsable de la muerte prematura por neumonía en los niños menores de cinco años. El aire contaminado aumenta la morbimortalidad por enfermedades cardiovasculares como accidente cerebrovascular (ACV), hipertensión arterial e infarto de miocardio y desencadena o exacerba cuadros respiratorios como bronquiolitis, asma, bronquitis y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Se ha descrito disfunción cognitiva en niños y adultos por respirar crónicamente aire contaminado.

Material particulado (según el tamaño de 2,5 y 10 µ) y gases tóxicos como el dióxido de carbono y nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, ozono troposférico ("el malo") y compuestos halogenados son los más importantes contaminantes del aire atmosférico. Provienen principalmente de la combustión de derivados del petróleo del tránsito vehicular, de las emanaciones de las industrias y de la quema de los residuos. Los incendios forestales colaboran con esta contaminación que crece día a día.

Las acciones orientadas a disminuir esta contaminación pueden salvar millones de vidas. Los niños/as, las embarazadas, los ancianos y los pacientes con enfermedades crónicas son especialmente vulnerables al aire de mala calidad. La exposición de las embarazadas puede afectar el crecimiento y desarrollo del niño/a.

La calidad del aire exterior determina también la calidad del aire interior, el de los hogares, las escuelas y de otros edificios que los niños y niñas frecuentan. Casi tres millones de personas entre las más pobres del mundo siguen dependiendo de la combustión de biomasa (madera, residuos agrícolas, excrementos de animales) que queman en sus cocinas y estufas de baja eficiencia y que resultan altamente contaminantes. Alrededor de 4,3 millones de personas fallecen cada año a causa de la contaminación del aire de las viviendas y a nivel mundial la incidencia de asma se encuentra aumentada por esta causa. Se ha observado la disminución de la contaminación del aire atmosférico en casi todas las megalópolis que han quedado literalmente paralizadas durante la pandemia por COVID-19.

La presencia de monóxido de carbono en el aire interior producido por la inadecuada combustión de los derivados del petróleo (gas, gasoil, queroseno, alcohol, leña) es la causa de intoxicación más frecuente y es evitable en todos los casos. Las fuentes más importantes son las estufas, calefones, calderas, estufas salamandra, hornos y fogones/hornallas de cocina, grupos electrógenos, cortadoras de césped, sistemas de escapes de automóviles que no funcionan adecuadamente. El humo de los incendios forestales es otra fuente de producción de monóxido de carbono. Esta intoxicación desencadena un cuadro clínico que puede ser irreversible y ocasionar la muerte. El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que se dispersa fácilmente en el aire. Se lo llama el "asesino silencioso" ya que su presencia puede ser inadvertida por la víctima. En muchos casos se retarda el diagnóstico de esta intoxicación o no se diagnostica correctamente porque comparte síntomas con otras enfermedades como con la gripe, la epilepsia, el infarto agudo de miocardio o la migraña. La intoxicación puede iniciarse con mareos, náuseas, cefalea, somnolencia y evolucionar a cuadro de taquicardia, disnea, convulsiones, pérdida de la conciencia y coma. Pueden persistir secuelas neurológicas importantes.

El humo ambiental del tabaco es un conocido, frecuente y peligroso contaminante del aire interior tanto para el fumador activo como para el pasivo desencadenando episodios de bronquiolitis, otitis, bronquitis, asma, cuadros de EPOC y comprobado efecto cancerígeno en pulmón, vejiga y laringe entre otros. En los adolescentes puede generar alteraciones de la conducta, déficit de atención y disminución del rendimiento escolar. Los hijos de mujeres fumadoras pueden presentar malformaciones congénitas como labio fisurado, paladar hendido, malformaciones cardíacas y durante la lactancia pueden padecer con más frecuencia cuadros de bronquiolitis, otitis y muerte súbita. Los hijos de padres fumadores tienen mayor probabilidad de adicción a la nicotina en la adolescencia, alergias alimentarias y cáncer de pulmón en la adultez.

También en el aire interior se encuentran aquellos contaminantes generados por la suspensión de partículas ultramicroscópicas, que forman aerosoles, de materiales que se utilizan en la construcción, remodelación o decoración como alfombras de nilón, moquetas, fibra de vidrio, muebles de aglomerados, adhesivos y plastificados para pisos, pinturas, removedores, pegamentos y revestimientos. Entre estas sustancias se destacan los bencenos y otros hidrocarburos aromáticos, formaldehído, naftaleno, retardantes de llama y asbesto o amianto. Los artículos de limpieza también aportan tóxicos al aire tanto los limpiahornos, las ceras de maderas, los plaguicidas, detergentes, desinfectantes entre otros tantos. Además del impacto cardiovascular y respiratorio que producen estas sustancias pueden comportarse como disruptores endocrinos (compiten con la acción de las hormonas naturales), son tóxicos para el hígado y riñón, producen alteraciones en la médula ósea, efectos teratogénicos y alteraciones cognitivas tanto en niños como en adultos.

El radón es un gas radiactivo que no tiene color ni olor. Proviene de la descomposición natural del uranio, un elemento que se encuentra en casi todos los tipos de suelo, incluso en la roca y el agua. En general, el radón se mueve hacia arriba, a través del suelo, hasta alcanzar el aire que respiramos. Una información geológica del área puede ayudar a predecir los niveles potencialmente elevados en el interior de las viviendas. En tal caso, se deben implementar medidas en la construcción.

También el moho es otro contaminante del aire interior que puede desencadenar crisis asmáticas, tos, rinitis, cefaleas y se presenta en las zonas húmedas de las viviendas como manchas negruzcas.

El ruido es un contaminante físico del aire que quizás pasa desapercibido como tal pero que puede producir daño en la salud, en especial de niños y adolescentes. Los niños pequeños se presentan irritables, con dificultad para conciliar el sueño y los niños mayores pueden manifestar déficit de atención, intolerancia y disminución del rendimiento escolar. El ruido produce daños severos en la audición ya sea disminución de la misma o incapacidad de percibir y disfrutar sonidos específicos como los de la naturaleza o de la música, comprender conversaciones o comunicarse adecuadamente con otras personas. Es importante conocer el paisaje sonoro que forma parte del ambiente donde el niño crece.

Se necesita propiciar ambientes saludables acústicamente y promover la educación y la cultura de vivir sin ruido.

Recomendaciones:

- Utiliza medios de transporte públicos, organiza un grupo de niños/as para llevar a la escuela, usa bicicletas o camina para disminuir la utilización de combustibles fósiles.
- No permitas que los niños permanezcan en ambientes contaminados con humo de tabaco. No fumes en el hogar ni en lugares cerrados.
- Ventila los ambientes al menos veinticinco minutos dos veces al día.
- Haz que un técnico de gas autorizado revise los artefactos de gas una vez al año.
- No apagues braseros en el interior de las viviendas y no duermas con ellos encendidos.
- Siempre mantén una puerta o ventana abierta cuando estén encendidos artefactos a gas o biomasa.
- ¡Alerta! Las llamas de las hornallas de la cocina y de otros artefactos a gas deben tener color azul; si son naranjas o amarillentas puede existir producción de monóxido de carbono.
- No realices refacciones o construcciones en una habitación o vivienda si estás embarazada o tienes niños/as pequeños.

- Reduce el uso de productos de limpieza que contengan sustancias químicas peligrosas como limpiahornos, desengrasantes o limpiavidrios. El agua, el jabón, el detergente y la lejía son eficaces para la mayoría de los trabajos de limpieza.
- Repara lo antes posible las goteras en los techos, las ventanas y las tuberías para evitar la aparición de moho y en caso que aparezcan límpialos con trapo húmedo con lejía diluida.
- Limpia, desinfecta y seca todo después de una fuga de agua lo mejor que puedas.
- No sacudas frazadas, mantas, alfombras o sábanas en el interior de la habitación.
- No utilices aerosoles que refieran ser bactericidas ni enciendas incienso.
- Promueve la actividad física en espacios abiertos, parques, bosques, recreos, plazas, en contacto con la naturaleza y asegúrate que estos se encuentren lejos de fuentes emisoras de contaminantes del aire (industrias, plazas de aparcamientos, cementerios de automóviles, calles con alta densidad vehicular).

Es necesaria la rápida transición global hacia energías limpias tanto para mejorar la calidad del aire como para disminuir la producción de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

Es necesaria la rápida transición global hacia energías limpias tanto para mejorar la calidad del aire como para disminuir la producción de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

Falta de inocuidad de los alimentos

La inocuidad de los alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria están íntimamente relacionadas. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los más vulnerables. Diariamente millones de personas se ven afectadas por enfermedades transmitidas por alimentos y miles mueren por esta causa. Los niños menores de cinco años soportan un 40 % de la carga atribuible a las enfermedades de transmisión alimentaria provocando 125.000 defunciones por año.

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados.

Los patógenos de transmisión alimentaria pueden causar diarrea grave y enfermedades más complejas. Las enfermedades diarreicas afectan cada año a unos 220 millones de niños y niñas.

La contaminación de los alimentos puede producirse en cualquiera de las etapas del proceso de producción (fabricación, envasado, distribución) y en estos casos la responsabilidad recae en el productor. Pero también parte de las enfermedades se deben a alimentos que han sido preparados o manipulados incorrectamente en los hogares, en escuelas, en mercados o en establecimientos que sirven comidas.

La globalización y los cambios en los hábitos de consumo han generado una alerta en relación a la inocuidad de los alimentos ya que la ingestión de algunos animales puede transmitir nuevas zoonosis.

Los incidentes locales pueden transformarse rápidamente en emergencias internacionales debido a la rapidez y el alcance de la distribución de los productos. En los últimos diez años se han registrado brotes de enfermedades graves trasmitidas por los alimentos en todos los continentes, a menudo amplificados por la globalización del comercio.

Los alimentos ultraprocesados con una gran aceptación especialmente por parte de los niños/as y adolescentes aportan mala calidad nutricional, estimulan el sobrepeso y la obesidad y el desarrollo de otras enfermedades crónicas no transmisibles como hipertensión arterial y diabetes tipo 2.

Por otra parte, cerca de 2.000 millones de personas padecen inseguridad alimentaria moderada o grave en el mundo. La falta de acceso regular a alimentos nutritivos y suficientes que estas personas padecen las pone en un mayor riesgo de malnutrición y mala salud.

El cambio climático y la creciente variabilidad del clima y sus fenómenos extremos están afectando a la productividad agrícola, a la producción de alimentos y a los recursos naturales, con repercusiones en los sistemas alimentarios y en la salud.

Recomendaciones

En el año 2001, la OMS difundió las siguientes cinco claves para asegurar la inocuidad de los alimentos:

1. Mantén la limpieza al preparar y cocinar los alimentos:

- Lávate las manos después del baño, luego de cambiar los pañales, después de higienizar a un niño que fue al baño, luego de tocar la basura, de manipular cualquier sustancia química, luego de tocar carne cruda, antes de preparar la comida, antes de comer y siempre que estén sucias.
- Lava y desinfecta todas las superficies y equipos usados en la preparación de alimentos.
- Protege los alimentos y las áreas de cocina de insectos, mascotas y de otros animales (guarda los alimentos en recipientes cerrados.)

2. Separa los alimentos crudos y cocinados y de los listos para comer:

- Usa equipos y utensilios diferentes, como cuchillos o tablas de cortar, para manipular carne, pollo y pescado y otros alimentos crudos.
- Conserva los alimentos en recipientes separados para evitar el contacto entre crudos y cocidos.

3. Cocina completamente:

- Cocina completamente los alimentos, especialmente carne, pollo, huevos y pescado.
- Hierve los alimentos como sopas y guisos para asegurar que alcancen los 70 °C. Para carnes rojas y pollos cuida que los jugos sean claros y no rosados.
- Recalienta completamente la comida cocinada.

4. Mantén los alimentos a temperaturas seguras:

- No dejes alimentos cocidos a temperatura ambiente por más de dos horas.
- Refrigera lo más pronto posible los alimentos cocinados y los perecibles (preferiblemente bajo los 5 °C).
- Mantén la comida caliente (por encima de los 60 °C).
- No guardes comida mucho tiempo, aunque sea en el frigorífico.
- Los alimentos listos para comer para niños no deben ser guardados.
- No descongeles los alimentos a temperatura ambiente.

5. Usa agua y materias primas seguras:

- Usa agua tratada para que sea segura.
- Selecciona alimentos sanos y frescos.
- Para su inocuidad, elije alimentos ya procesados, tales como leche pasteurizada.
- Lava las frutas y las hortalizas, especialmente si se comen crudas.
- No utilices alimentos después de la fecha de vencimiento.

Los niños merecen recibir una buena alimentación que les permita gozar de buena salud, ser productivos y estar en condiciones de aprender. La buena alimentación beneficia a las familias, a sus comunidades y al desarrollo mundial.

Exposición a sustancias químicas

Uno de los principales riesgos de exposición de los niños/as desde su gestación y durante el período de crecimiento y desarrollo son los productos químicos producidos e introducidos al ambiente por la actividad humana. Contaminan el aire,

Más de un millón de personas mueren cada año en el mundo como consecuencia de la exposición a productos químicos.

el agua, el suelo y los alimentos impactando en la salud humana y en los ecosistemas. Aproximadamente 400 millones de toneladas por año de estos químicos ingresan al ambiente (muchos de ellos sin haber sido estudiados para demostrar su inocuidad en humanos), 5.000 sustancias son de alto volumen de producción y casi 800 de ellos presentan la capacidad de alterar el equilibrio hormonal de un organismo vivo.

Más de un millón de personas mueren cada año en el mundo como consecuencia de la exposición a productos químicos.

Existe un grupo de sustancias químicas que se llaman disruptores endocrinos que son sustancias exógenas al cuerpo (o mezcla de sustancias) que son capaces de producir alteraciones funcionales en el sistema hormonal y generar efectos adversos en la salud de un organismo vivo o en su descendencia. En este grupo se encuentran los plaguicidas (dicloro difenil tricloroetano (DDT), mirex, clordano, lindano, clorpirifós entre otros), bisfenol A, parabenos, benzofenonas, ftalatos, fitoestrógenos y policloruro de vinilo (PVC), que se encuentran en productos que usamos a diario en cosmética, higiene personal, juguetes, biberones y recipientes plásticos. Otros productos químicos se utilizan para la limpieza doméstica, construcción y manutención de viviendas.

Las exposiciones prenatales se vinculan con malformaciones congénitas, desarrollo de tumores de ovario y mama, pubertad precoz, enfermedades cardiovasculares, alteraciones en el neurodesarrollo, diabetes tipo 2 e infertilidad por disminución en la calidad seminal, endometriosis y ovario poliquístico. Estas enfermedades pueden manifestarse en la niñez, en la adolescencia o en la vida adulta.

Si bien se conocen los graves efectos que los plaguicidas producen en la salud humana y en los demás seres vivos, se siguen utilizando y abusando de ellos sin control. Los niños en edad escolar y adolescentes pueden estar expuestos al participar activamente en el trabajo rural, en quintas, cultivos o producciones familiares. También cuando sus viviendas, escuelas, lugares de recreación y caminos que recorren a diario son fumigados por encontrarse cerca de zonas de cultivos. Si bien los plaguicidas han sido diseñados para destruir las plagas, éstos provocan enfermedades irreversibles o la muerte de los niños/as expuestos.

Las autoridades tienen la responsabilidad de regular la disponibilidad, distribución y utilización de plaguicidas en el país. Con el apoyo de las organizaciones internacionales y regionales pertinentes, deberían alentar y promover la investigación y el desarrollo de alternativas que generen menos riesgos para la salud humana y el ambiente. Se debería aplicar la legislación necesaria para la reglamentación del uso de plaguicidas y adoptar nuevas medidas para un cumplimiento efectivo. Es necesario implementar un programa eficiente de vigilancia de plaguicidas en los alimentos y en el ambiente.

Recomendaciones

- Guarda los productos químicos lejos del alcance de los niños. No modifiques los envases originales. Lee siempre muy bien las etiquetas.
- El agua, el jabón, el detergente y la lejía son eficaces para la mayoría de los trabajos de limpieza.
- Compra solo la cantidad de productos que necesites. Al finalizar las tareas guarda los sobrantes del químico usado bajo llave y asegúrate que queden fuera del alcance de los niños. Nunca elimines una sustancia química en el lavabo o en la basura. No almacenes productos químicos en envases no originales, por ejemplo, de botellas de gaseosas.
- Solicita información acerca de la eliminación adecuada de los productos químicos que ya no utilizarás en tu hogar, en la escuela o en tu trabajo al servicio de recolección de residuos domiciliarios urbanos. Generalmente, puedes acceder a estos servicios contactando telefónicamente a la em presa local de recolección de residuos o a la fábrica del producto cuyo teléfono generalmente se encuentra en la etiqueta del envase.
- Una vez finalizada la tarea de pintura o con pegamentos, ventila correctamente el ambiente y mantén por algunas semanas la casa bien aireada. No habites enseguida los cuartos remodelados.

- De vez en cuando revisa tu hogar e identifica los diferentes productos químicos o materiales que ya no utilizas y tienes guardados o acumulados.
- Elimina el uso de productos perfumados sintéticos que utilizas en la limpieza. Estos siempre contienen almizcles[1] sintéticos que son tóxicos.
- No utilices plaguicidas en el hogar, en el jardín, en lugares de recreación ni en las escuelas. Opta por alternativas naturales.

Metales pesados

Los metales pesados como el plomo y el mercurio representan un serio problema para la salud pública del mundo por las alteraciones que producen en el neurodesarrollo (capacidad cognitiva, atención, lenguaje, memoria, coordinación motora, orientación espacial, secuenciación temporal y habilidades sociales). Los niños y las embarazadas son particularmente vulnerables a la exposición a los metales pesados.

Según datos del *Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) se estima que la exposición al plomo es la responsable del 12,4 % de la carga mundial de discapacidad intelectual idiopática, de 495.550 muertes y de la pérdida de 9,3 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) debido a los efectos sobre la salud a largo plazo, con la mayor carga en países de ingresos bajos y medios.

La intoxicación por plomo es la principal enfermedad ambiental prevenible en la infancia. Este metal es un contaminante natural de la corteza terrestre pero su presencia en el ambiente ha aumentado en los últimos años debido a diversas actividades humanas. Contamina el agua, el aire, el suelo y los alimentos. Se lo encuentra en pinturas, baterías, caños, municiones, juguetes, plomadas, en tinturas, cosméticos, medicación ayurvédica, etc. También en tizas, lápices de cera, artesanías, en bisutería, cerámicas pintadas, tintas para tatuajes, animales cazados con balas de plomo que contaminan la carne, etc.

Los suelos de asentamientos contaminados constituyen un lugar de exposición frecuente para los niños/as. Eliminarlo de las naftas ha sido un avance muy importante ya que era una de las fuentes de exposición más importante hasta hace unas décadas. Existen consensos internacionales para ir disminuyendo las concentraciones de plomo de las pinturas. Actualmente el 95 % del plomo ambiental proviene de las actividades de reciclado. Con el aumento de la pobreza, la inequidad y la falta de trabajo esta tarea es cada vez más frecuente.

1. El término almizcle o musco (del latín muscus) es el nombre dado originalmente a un perfume obtenido a partir de una sustancia de fuerte olor, segregada por una glándula del ciervo almizclero, y luego aplicado a las producidas por otros animales y plantas, con un olor similar.

La intoxicación por exposición crónica al plomo afecta el perfil individual del neurodesarrollo y se manifiesta con disminución del coeficiente intelectual, dificultades en el aprendizaje, trastornos de la conducta, falta de atención o alteraciones de la memoria, de la coordinación motora, del lenguaje. La exposición de las embarazadas puede producir también abortos y nacimientos prematuros. La exposición en período preconcepcional puede producir trastornos de la fertilidad.

También el mercurio es un metal pesado que al igual que el plomo es neurotóxico y también contamina el agua, el aire, el suelo y los alimentos. La fuente de exposición más importante es aquella que depende de la actividad del hombre en la minería, tubos y lámparas de iluminación, pilas y baterías, termómetros y tensiómetros, amalgamas dentales, cosméticos, pinturas y tinturas, plaguicidas, materiales utilizados para soldar, desechos electrónicos, derivados del petróleo y en fábricas cloroalcalinas.

Las aguas contaminadas constituyen la fuente por la cual el mercurio ingresa a la cadena alimentaria, así los peces se contaminan y el metal ingresa a nuestro organismo al ser ingeridos.

La intoxicación por mercurio puede producir un cuadro caracterizado por retraso mental, alteraciones del lenguaje, cambios de carácter, alteraciones en la motricidad, trastornos visuales e hipoacusia. También taquicardia, hipertensión arterial y problemas renales. Las mujeres embarazadas representan una población de alto riesgo por el daño que produce en el neurodesarrollo, por lo que se desaconseja la ingestión de ciertos tipos de pescados o aquellos no testeados. Existen normas internacionales que establecen los valores de mercurio permitidos en los mismos.

Recomendaciones:

- No participes en el reciclado informal en patios traseros u otros lugares de la casa.
- No acopies baterías en desuso, metales u otros residuos en el hogar.
- Lava las manos de los niños después de jugar, cuando regresan de la calle, después de ir al baño, antes de las comidas y siempre que sea necesario.
- Lava frecuentemente los biberones, chupetes y juguetes (especialmente los de felpa). Mantén limpios los lugares donde los niños juegan.
- Limpia los pisos, los marcos y burletes de las ventanas y puertas con trapos húmedos para proteger a los niños del polvo y del desprendimiento de cáscaras o polvillo de pintura que contengan plomo, especialmente cuando las construcciones son antiguas.

- Lee las etiquetas de los envases y elige pinturas alternativas libres de plomo.
- En caso de tener cañerías de plomo, deja correr el agua durante 15- 30 segundos antes de utilizar el agua para beber o cocinar, para arrastrar el plomo que se deposita en las mismas por erosión.
- Lava correctamente frutas y verduras, en especial las de hoja.
- Las verduras absorben alta cantidad de plomo por lo cual se aconseja no cultivarlas en suelos sospechosos de contaminación.
- Si alguna persona de tu familia es un trabajador expuesto al plomo no laves la ropa de trabajo junto al resto de las prendas ya que de esta manera quedan expuestos los demás convivientes.

Impacto del cambio climático en la salud

El cambio climático es un cambio global y sus consecuencias se traducen en impactos económicos, ambientales, sociales y en la salud. Durante los últimos treinta años cada década ha sido más cálida que cualquier década precedente desde 1850. Desde la Revolución Industrial el proceso natural del cambio climático comenzó a acelerarse a través de las grandes fábricas que consumían cada vez más toneladas de carbón, sumado a esto la quema de vastas áreas para cultivos, las nuevas formas de extracción de los recursos naturales, el incremento de la actividad agrícola ganadera, la migración de la población a las ciudades y el aumento exponencial de la misma. Estas actividades antropogénicas orientaron a un deterioro progresivo de la calidad del ambiente con un aumento de los gases de efecto invernadero.

El modelo actual de desarrollo económico y productivo aun depende de los combustibles fósiles como el petróleo y el gas. Para evitar que el impacto negativo en las personas y en los ecosistemas continúe es necesario revertirlo con la utilización de energías más limpias y sostenibles.

Los efectos del calentamiento global se manifiestan a través del aumento de la temperatura de la atmósfera, la alteración en la intensidad y frecuencia de las precipitaciones, el aumento del nivel del mar, la acidificación de los océanos, el derretimiento de los glaciares y el incremento en la frecuencia de los eventos climáticos extremos y todos estos efectos repercuten en la salud humana y en los ecosistemas.

Los niños/as menores de cinco años soportan el 88% de la morbimortalidad asociada al cambio climático. Los ancianos son también muy vulnerables, así también las poblaciones de los pequeños estados insulares y zonas costeras, de las megalópolis, de las regiones montañosas y polares.

El estrés térmico que producen las olas de calor aumenta la morbimortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Durante la ola de calor de Europa del verano del 2003 se registró una mortalidad cifrada en 70.000 defunciones entre todas las edades.

El incremento de la temperatura de la atmósfera altera la calidad del agua facilitando la contaminación de la misma y favoreciendo los cuadros diarreicos.

Las inundaciones aumentan su frecuencia e intensidad con numerosas pérdidas humanas, de las infraestructuras y colapso de los sistemas de salud. Por el contrario, en algunas zonas el aumento de la temperatura y disminución de las lluvias producen sequías acompañadas de déficit en el suministro de alimentos, hambre y desnutrición.

Las condiciones climáticas como el calor y la humedad tienen gran influencia en las enfermedades transmitidas por vectores como los insectos, caracoles y parásitos.

Las condiciones climáticas como el calor y la humedad tienen gran influencia en las enfermedades transmitidas por vectores como los insectos, caracoles y parásitos. Se prolongan las estaciones de transmisión de las enfermedades, se modifican los patrones de crecimiento y desarrollo de los vectores y se altera su distribución geográfica. Estos eventos están asociados a la construcción de diques, al inadecuado drenaje o al pobre tratamiento de las aguas urbanas que aumentan la cantidad de agua superficial. La incidencia de enfermedades como la malaria, el dengue, el Zika y la chikunguña ha aumentado en los últimos años. Los niños menores de cinco años son el grupo más vulnerable afectado por la malaria. En 2018, este grupo representó el 67 % (272.000 niños/as) de todas las muertes por malaria en todo el mundo. En las últimas décadas ha aumentado progresivamente la incidencia de dengue en el mundo. Alrededor de la mitad de la población del mundo corre el riesgo de contraer esta enfermedad.

La contaminación del aire se intensifica con el aumento de la concentración de ozono y otros contaminantes. El dióxido de carbono, gas de efecto invernadero que se encuentra en concentraciones elevadas, favorece la producción de polen aumentando las enfermedades alérgicas y con esto la frecuencia e intensidad de las crisis asmáticas. La contaminación del aire aumenta la morbimortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

La capa de ozono actúa como un escudo protector evitando que parte de las radiaciones del sol lleguen a la tierra. En las últimas décadas algunas sustancias producidas por el hombre la han ido dañando, adelgazando esta capa y perdiendo parte de esa protección. Sin embargo se ha ido recuperando en las últimas décadas tras la prohibición de la fabricación y el uso de los productos químicos halogenados involucrados. El daño que producen en la piel estas radiaciones solares es acumulativo por eso los niños se encuentran en riesgo. La disminución de la capa de ozono favorece quemaduras y tumores de piel, conjuntivitis, inflamación, degeneración de la córnea y de la mácula. En los últimos treinta años, el cáncer de piel ha aumentado en forma alarmante en edades tempranas. También por alteraciones en la

inmunidad aumenta la sensibilidad a algunas infecciones como el herpes y produce modificaciones en el ciclo sueño- vigilia e indirectamente en el bienestar general.

El mundo ha perdido 178 millones de hectáreas de bosques desde 1990. Los bosques y las selvas, al igual que los océanos, son grandes sumideros de dióxido de carbono. La deforestación progresiva generada por la presión excesiva del hombre sobre los recursos naturales, las multinacionales agroalimentarias, los incendios generados por las extremas temperaturas o intencionales asociados a los factores socioeconómicos y las políticas ambientales inadecuadas llevan a la desertificación. El resultado de la misma es la disminución del suministro de los alimentos creando una amenaza para la desnutrición infantil.

Las catástrofes están aumentando de frecuencia y magnitud lo cual provoca aumento de la morbimortalidad por lesiones directamente relacionadas y por destrucción de las infraestructuras con un serio impacto socio-económico. Los efectos sobre la salud de la población infantil también se asocian a la contaminación o falta de agua potable y escasez de alimentos. Se generan situaciones de compromiso emocional frente a las pérdidas de familiares, sensación de muerte inminente, abusos y maltratos que desencadenan situaciones de estrés, violencia, migraciones que impactan en el normal funcionamiento de las sociedades.

Se estima que desde el 2008 aproximadamente 22,5 millones de personas han sido desplazadas de forma forzosa de sus lugares de origen debido a causas climáticas. La mitad de los que se desplazan y migran son niños.

Recomendaciones

- Colabora con la "economía circular": reduce, reutiliza y recicla. Cada vez que se crea un nuevo producto se gasta energía, se emiten gases tóxicos y se daña progresivamente el ambiente.
- Utiliza el transporte público: autobús, tren, metro o bicicleta. Sería bueno que aproveches y disfrutes caminar para trasladarte por la ciudad. Utiliza tu automóvil solo cuando sea necesario. En caso de utilizarlo para ir a trabajar o para llevar los niños a la escuela, elije compartir vehículo, no solo disminuye el uso de combustibles si no que mejoran las relaciones interpersonales.
- Mejora la eficiencia de tu automóvil: conduce a una velocidad moderada, evita dejar el motor encendido por largos períodos cuando está parado y controla regularmente el sistema de emisiones de gases al ambiente.

Trabajo infantil

El trabajo infantil es una violación de los derechos humanos fundamentales, que ha demostrado perjudicar el desarrollo de los niños/as, pudiendo conducir a daños físicos o psicológicos que les durarán toda la vida. El trabajo infantil califica el trabajo nocivo para el desarrollo físico y mental e incluye tareas que son mental, física, social o moralmente peligrosas y dañinas. Interfieren con la escolaridad

privándolos de la oportunidad de asistir a la escuela, forzándolos a abandonar los estudios prematuramente o exigiéndoles asistir a la escuela y al mismo tiempo realizar tareas pesadas o de larga duración.

En los peores casos, el trabajo infantil puede esclavizar a los niños, separarlos de sus familias, exponerlos a peligros y enfermedades graves y/o abandonarlos a su propia suerte en las calles de las grandes ciudades, a veces cuando aún tienen muy pocos años.

La extrema pobreza frecuentemente presiona injustamente a los niños/as a trabajar. Los lugares de trabajo son en general sucios, inadecuadamente ventilados, hacinados y algunas veces manipulan sustancias químicas peligrosas.

Hay más de 218 millones de niños que trabajan en el mundo. Alrededor de 126 millones de niños llevan a cabo trabajos peligrosos.

Una de las mayores dificultades en la prevención y erradicación del trabajo infantil es su invisibilidad. Los adultos podemos ayudarlos concienciando a la comunidad sobre el tema, protegiendo sus derechos y denunciando aquellos casos de trabajo infantil.

Lesiones no intencionales

La mejor prevención es la supervisión permanente de un adulto responsable. Un minuto sin "vigilancia" puede ser suficiente para generar una situación de riesgo.

Las lesiones (por accidentes de tránsito, ahogamiento, quemaduras y caídas) están entre las tres principales causas de muerte y de discapacidad en los niños de cinco a quince años. En 2012 la cifra estimada de muertes por violencia y lesiones no intencionales en menores de quince años fue de 740.000, el 90 % de ellas debidas a esta última causa.

Todas estas muertes son evitables. Los niños de las familias y las comunidades más pobres corren mayor riesgo de sufrir lesiones porque tienen menores probabilidades de beneficiarse de los programas de prevención y de servicios de salud de calidad.

Las cinco principales causas de muerte por lesiones son: accidentes de tránsito, ahogamiento, quemaduras por fuego, caídas e intoxicaciones no intencionales. Los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte en el grupo de diez a diecinueve años y es una de las causas más frecuentes de discapacidad en los niños.

La mejor prevención es la supervisión permanente de un adulto responsable. Un minuto sin "vigilancia" puede ser suficiente para generar una situación de riesgo.

A medida que los niños comienzan a comprender, explícales los peligros que existen en la casa y en la calle y el modo de prevenirlos. Cuéntales también que hay ciertas maniobras que solo pueden realizar los adultos.

Conclusiones

A pesar de los avances realizados en las últimas décadas para proteger el ambiente donde los niños/as crecen aún son numerosos los lugares del mundo que continúan sufriendo las consecuencias de la degradación ambiental. Las inequidades sociales, el consumo desmedido y la inadecuada utilización de los recursos naturales generan un círculo vicioso a través del cual se perpetúa la pobreza e impide alcanzar un mundo sostenible para todos. Los niños están expuestos a riesgos que van más allá de la supervivencia, deterioran su desarrollo psíquico y social.

Las autoridades gubernamentales deben apoyar el reconocimiento, la valoración y consideración de las influencias de los factores ambientales en la salud de los niños/as.

La salud de la población infantil es un barómetro clave para evaluar los efectos a largo plazo de las decisiones y actividades de los adultos.

Los niños, niñas y adolescentes reúnen las condiciones indispensables para adquirir conocimientos y participar en actividades relacionadas con el cuidado del ambiente, se apasionan con la preservación del planeta y se sienten atraídos por los fenómenos naturales. Prevenir la exposición a riesgos ambientales es la única solución sostenible para que niños, niñas y adolescentes crezcan en plenitud, alcancen el bienestar en el seno familiar, sean miembros contributivos de la sociedad y puedan cumplir sus sueños.

Los adultos somos los responsables de protegerlos de las amenazas ambientales para asegurar su salud y bienestar para los de aquí y ahora y para las generaciones futuras.

Bibliografía

1. Ageitos, M.L. (2015). Programa Nacional de Actualización Pediátrica. Módulo 3: trastornos de la regulación, fiebre en el niño mayor, disruptores endocrinos. *Sociedad Argentina de Pediatría.*

2. Ahdoot, S., Pacheco, S. E., y Council on Environmental Health (2015). Global Climate Change and Children's Health. *Pediatrics, 136*(5), 1468-1484. https://doi.org/10.1542/peds.2015-3233

3. Ambrosio, M. (2014). *Todo lo que necesitas saber sobre el cambio climático.* Paidós.

4. Gaioli, M., González, D.E., Amoedo, D. (2009). Hidroarsenicismo crónico regional endémico: un desafío diagnóstico y de prevención. *Archivos argentinos de pediatría. 107* (5), 467-473.

5. Gaioli, M. y Blazquez, A. (2016), Impacto del cambio climático en la salud. *Medicina Infantil*, 23(1), 54-59.

6. Gaioli, M., González, D.E., Amoedo, D. (2012). Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. *Archivos argentinos de pediatría, 101*(3), 259-264.

7. García, S. (2014) Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones ambientales infantiles con plomo. *Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones.*

8. Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC Grupo III (1997). *Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC.*

9. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC Grupos I y II (2007). Informe especial sobre la gestión de riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas. Informe de los Grupos de trabajo I y II del IPCC. *Informe de síntesis: Cambio climático, OMM Y PNUMA.*

10. Hou, S., Yuan, L., Jin, P., Ding, B., Qin, N., Li, L., Liu, X., Wu, Z., Zhao, G. y Deng, Y. (2013) A clinical study of the effects of lead poisoning on the intelligence and neurobehavioral abilities of children. *Theoretical Biology and Medical Modelling, 10*(13), 1-9.

11. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y salud (2020). *Evaluación global de Disruptores Endócrinos.*

12. Laborde, A., Tomasina, F., Bianchi, F., Bruné, M.N., Buka, I., Comba, P., Cori, L., Christin, M.D., Harari, R., lavarone, I., McDiarmid, M.A., Gray, K.A., Sly, P.D., Soares, A., Suk, W.A. & Landrigan, P.J. (2015) Childen's Health in Latin America: The Influence of Environmental Exposures.

Environmental Health Perspectives, 123(3), 201-209. http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1408292

13. Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2018). *Para entender el cambio climático*.

14. Organización Internacional del Trabajo (s.f.) *Trabajo infantil en Argentina.*

15. Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2003). *Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas.* http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42808/9243590812.pdf;jsessionid=33F99B62CBCCF47D45053FBE9311555E?sequence=1

16. Ortega, J.A (2007). El pediatra ante el cambio climático: desafíos y oportunidades. *Boletín de la Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León*, 47,331-343

17. Ortega, J.A., Ferrís, J., Cánovas, A. y García, J. (2005). Neurotóxicos medioambientales (y II). Metales: efectos adversos en el sistema nervioso fetal y posnatal. *Acta Pediátrica Española*, 63, 182-192.

18. Ortega, J.A., Ferrís, J. y Sánchez-Solís, M. (s.f.) Ambientes saludables para la infancia

19. y adolescencia. http://pehsu.org/wp/wp-content/uploads/Medicina_ambiental.pdf

20. Peden, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, J., Hyder, A., Branche, C., Rahman, F., Rivara, F. y Bartolomeos, K. (2008) Informe mundial sobre prevención de las lesiones en los niños. *Organización Mundial de la Salud.*

21. Shaffer, R. M., Sellers, S. P., Baker, M. G., de Buen Kalman, R., Frostad, J., Suter, M. K., Anenberg, S. C., Balbus, J., Basu, N., Bellinger, D. C., Birnbaum, L., Brauer, M., Cohen, A., Ebi, K. L., Fuller, R., Grandjean, P., Hess, J. J., Kogevinas, M., Kumar, P., . . . Hu, H (2019) Improving and Expanding Estimates of the Global Burden of Disease Due to Environmental Health Risk Factors. *Environmental Health Perspective. 127*(10) 105001.https://doi.org/10.1289/EHP5496

22. United Nations Environment Programme, World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF) . (2002) . Children in the new millennium: environmental impact on health. *Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.* https://apps.who.int/iris/handle/10665/42506

23. Yuan, W., Holland, S. K., Cecil, K. M., Dietrich, K. N., Wessel, S. D., Altaye, M., Hornung, R. W., Ris, M. D., Egelhoff, J. C., y Lanphear, B. P. (2006). The impact of early childhood lead exposure on brain organization: a functional magnetic resonance imaging study of language function. *Pediatrics*, *118*(3), 971–977. https://doi.org/10.1542/peds.2006-0467

3. Exposiciones a riesgos ambientales durante el embarazo

Paula de Prado

Investigadora predoctoral dentro del Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Martine Vrijheid

Profesora investigadora involucrada en el Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Jordi Sunyer

Profesor investigador y jefe del Programa de Infancia y Medio Ambiente. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Payam Dadvand

Profesor investigador involucrado en el Programa de Contaminación Atmosférica, Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Lola Gómez

Obstetra y ginecóloga. Jefa del Servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Convivimos en un mundo globalizado y urbanizado, en el que la producción y la actividad humana es permanente y constante, y donde la liberación de sustancias que pueden tener efectos adversos en la salud humana es, a día de hoy, inevitable. Conocer qué influencia pueden tener los diferentes factores ambientales en la salud de las poblaciones, sobre todo de aquellas que son vulnerables, es imprescindible para poder actuar y adaptarnos. Es cierto que en las últimas décadas la sociedad ha empezado a ser consciente de que el hecho de estar expuesto a determinados factores ambientales como la contaminación atmosférica o el humo del tabaco pueden aumentar el riesgo de desarrollar determinadas enfermedades. En cambio, otros factores ambientales, como los espacios verdes, pueden tener un papel protector.

El período prenatal y los primeros años de vida se consideran etapas de gran vulnerabilidad respecto a las exposiciones ambientales.

Es importante saber que gran parte de las exposiciones ambientales afectan a toda la población. Sin embargo, los niveles de exposición varían según el contexto socioeconómico y cultural, es más, su impacto puede ser diferente según la

vulnerabilidad del grupo poblacional afectado. El período prenatal, así como los primeros años de vida son considerados períodos críticos de desarrollo y de crecimiento, ya que, en comparación con los adultos, los fetos y los niños presentan inmadurez fisiológica y tienen más tiempo de vida una vez se han visto expuestos al factor de riesgo. De este modo, la exposición a determinados factores ambientales a lo largo de esta etapa puede dar lugar a un conjunto de consecuencias de carácter más inmediato en el desarrollo del feto, o incluso aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades a lo largo de la edad adulta.

A lo largo de la historia encontramos varios ejemplos de cómo la exposición a determinados factores ambientales a lo largo del embarazo o primeros años de vida es un riesgo para la salud humana:

- A finales de los años cincuenta en un pueblo pesquero de Japón, Minamata, hubo una epidemia de retraso mental persistente y paresia espástica[2] en niños. Se observó que en todos los casos las madres de los niños habían comido marisco contaminado con metilmercurio vertido por una fábrica localizada en la Bahía de Minamata.
- En Francia durante los años sesenta se observó que era muy común que los bebés nacidos de aquellas madres que tomaban alcohol durante el embarazo de forma continuada, presentaban retraso mental. Estas observaciones ayudaron a identificar el conocido síndrome del espectro alcohólico fetal, que se caracteriza por trastornos crónicos de salud mental y del desarrollo en la descendencia.
- Otro hecho histórico conocido en el que se pudo estudiar el impacto del ambiente en la salud infantil fue "El Invierno del Hambre" en los Países Bajos. La población holandesa pasó por un período de hambre generalizada durante el invierno de 1944-1945, que permitió crear de forma "natural" una cohorte de bebés que fueron concebidos durante este periodo y que estuvieron expuestos a un entorno energéticamente pobre durante la gestación. Se vio que estos niños tenían un mayor riesgo de obesidad, de intolerancia a la glucosa y de presentar enfermedades cardiovasculares en comparación con aquellos niños nacidos antes del período de hambre. Es más, se descubrió que los bebés que habían sido expuestos al hambre durante el período prenatal tenían mayor riesgo de esquizofrenia a lo largo de la edad adulta.

El hecho de seguir los bebés hasta la edad adulta permitió estudiar los orígenes del desarrollo de la salud y de la enfermedad, lo que se conoce como la "hipótesis de Barker".

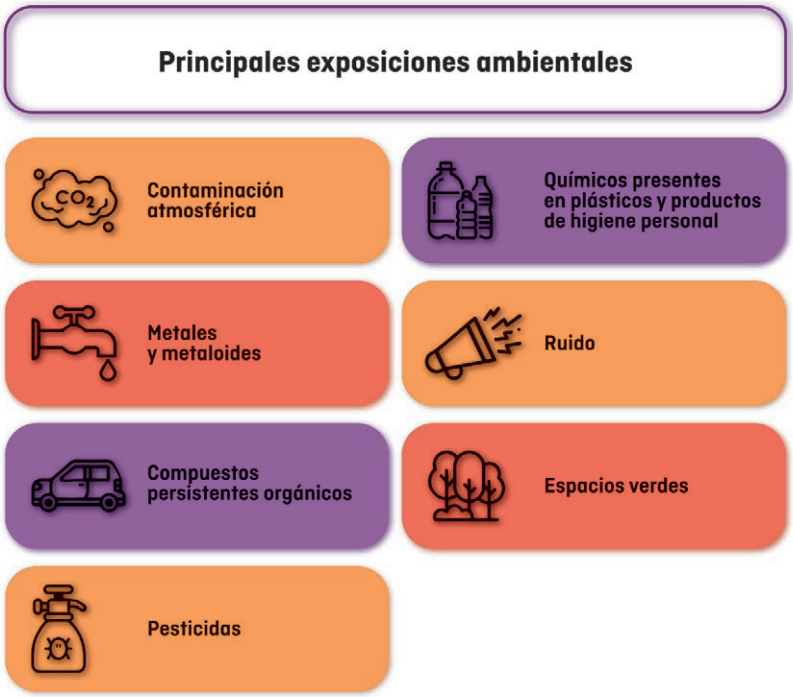
2. Paresia espástica o parálisis cerebral espástica es una enfermedad en la que las personas afectadas les es complicado controlar algunos o todos los músculos de su cuerpo, que tienden a estirarse o a debilitarse.

Figura 3. Exposiciones durante el embarazo y relación con la salud y enfermedad durante toda la vida. Fuente: elaboración propia.

Exposiciones ambientales

A continuación, presentaremos algunas de las exposiciones ambientales que pueden existir durante el período prenatal y los primeros años de vida y pueden influenciar en la salud humana.

Figura 4. Principales exposiciones ambientales. Fuente: elaboración propia.



a) La contaminación atmosférica proviene principalmente de la combustión de combustibles fósiles (por ejemplo, del motor de los coches), procesos industriales y agricultura, incineración de residuos, o procesos naturales (por ejemplo, de los volcanes). Existen diferentes contaminantes atmosféricos entre los que se encuentran: a) gases como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono (O_3) o el sulfuro de dióxido (SO_2); b) partículas en suspensión de diferente diámetro conocidas en inglés como *particulate matter* (PM_{10}, que tienen un diámetro de entre 10 y 2,5 micrómetros, y $PM_{2.5}$, que tienen un diámetro igual o menor a 2,5 micrómetros); c) compuestos orgánicos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Todos estos compuestos penetran mayoritariamente dentro de nuestros cuerpos mediante la respiración.

b) Los metales y metaloides se encuentran principalmente en el agua, los alimentos o en el ambiente. Su presencia ha aumentado en los últimos años debido a una mayor actividad industrial. Es cierto que en el agua y en los alimentos encontramos algunos metales esenciales que son imprescindibles para el funcionamiento del organismo, sin embargo, cuando estos metales se encuentran en concentraciones superiores a las establecidas como "saludables" se convierten en compuestos tóxicos y peligrosos. Estos compuestos también se pueden encontrar en la atmósfera en forma de polvo, gases o aerosoles debido a la actividad industrial, y la combustión de fósiles, ya que se encuentran presentes en la gasolina. Los principales metales y metaloides que pueden tener un impacto negativo en la salud son el plomo (Pb), el mercurio (Hg), el cadmio (Cd) o el arsénico (As).

c) Los compuestos orgánicos persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias químicas consideradas como una amenaza para el propio planeta y la salud humana. Se caracterizan por ser capaces de permanecer en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo, ya que son resistentes a la degradación. También tienen la capacidad de acumularse en el tejido adiposo (grasa) de los organismos vivos e incorporarse en las cadenas tróficas, lo que se conoce como bioacumulación. Finalmente, pueden ser transportadas grandes distancias desde su fuente de origen y distribuirse por todo el planeta a través del aire, el agua o especies migratorias. Estos contaminantes orgánicos se generan en el proceso de fabricación, uso y eliminación de productos químicos orgánicos como los plaguicidas o agroquímicos, así como cuando se quema madera, residuos orgánicos y sólidos, o carbón, y por la emisión de humo por parte de los coches y el tabaco. Entre los diferentes COPs encontramos:

    1. Compuestos organoclorados como los policlorobifenilos (PCBs), que se encuentran principalmente en productos electrónicos, re-

vestimientos de superficies o pinturas, o los dicloro difenil tricloroetano (DDT) o Dicloro difenil dicloroetileno (DDE), que se utilizaban como plaguicidas en el pasado para controlar los insectos en el mundo de la agricultura.

2. Las sustancias perfluoroalquiladas (PFASs, del inglés *per- and polyfluoroalkyl substances* o PFOAs, ácido perfluorooctanoico) que se pueden encontrar en envases de alimentos que contienen estas sustancias, productos domésticos comerciales, en el agua potable, en el ambiente y también en los propios organismos vivos.

3. Los éteres de polibromodifenil (PBDEs) que actúan como retardantes de llama, y se encuentran en diferentes productos como televisores u ordenadores antiguos, los muebles o indumentaria textil.

d) Pesticidas como los organofosfatos o los piretroides utilizados actualmente como insecticidas. Estos son compuestos orgánicos cuya exposición se puede dar en diferentes escenarios: exposición en el lugar de trabajo, exposición ambiental en aquellas comunidades que viven en áreas donde hay una producción agrícola intensiva y a través de la dieta en la población general.

e) Los químicos presentes en los productos de higiene personal y los plásticos como los ftalatos o el bisfenol A (BPA). Los primeros se pueden encontrar en los productos de cosmética, en plásticos, alfombras, materiales de construcción, así como en juguetes o productos médicos y de limpieza. En cambio, el BPA es una sustancia química que se utiliza principalmente para la elaboración de materiales plásticos y de resinas, por lo que se utiliza para crear envases de alimentos como podrían ser las botellas, u otros recipientes que sirven para conservarlos. Tiene la capacidad de migrar a los alimentos y las bebidas, y actualmente está prohibido su uso para la fabricación de biberones para lactantes, y vasos o biberones que estén destinados a niños.

f) La exposición al ruido causada principalmente por el tráfico de coches (y otros medios de transporte como las motocicletas, los autobuses, etc.) y que puede afectar a toda la población general, aunque también puede estar asociada al ámbito laboral.

g) Finalmente, tenemos la exposición a los espacios verdes, que ha ido ganando interés en las últimas décadas ya que se ha relacionado con diferentes efectos positivos para la salud humana y el bienestar, a nivel físico, mental, social, así como respecto la inequidad en salud.

Consideraciones biológicas

El período prenatal y los primeros años de vida se consideran etapas de gran vulnerabilidad respecto a las exposiciones ambientales. Es cierto que estas exposiciones ambientales pueden influenciar en todos los sistemas y órganos del cuerpo, pero hay algunos que son más sensibles que otros como por ejemplo el sistema nervioso. Otros sistemas como el cardiovascular, el respiratorio, el reproductivo o el inmunitario también se pueden ver afectados por los diferentes factores ambientales durante los primeros años de vida. Tanto es así, que hay un conjunto de exposiciones que si se dan durante los primeros años de vida tienen la capacidad de aumentar el riesgo de desarrollar determinadas enfermedades a lo largo de la edad adulta después de un periodo de latencia.

Durante el embarazo existen barreras físicas que protegen el feto como la placenta, aunque, esta es una defensa incompleta. En los últimos años se han encontrado restos de compuestos en la sangre del cordón umbilical o en la misma placenta, los cuales provenían de exposiciones ambientales. Entre estos, la cotinina (metabolito de la nicotina) presente en el tabaco, o también partículas de contaminación atmosférica. Estos hallazgos demuestran que algunas exposiciones ambientales pueden atravesar la barrera placentaria y provocar que el feto esté directamente

expuesto a los mismos factores ambientales que su madre. De este modo, el funcionamiento de la placenta, un órgano esencial que facilita la nutrición, la respiración y la excreción por parte del feto, se ve afectado, lo que altera el desarrollo del feto.

Dependiendo de la etapa del embarazo en la que se encuentra la exposición ambiental, los efectos en la salud y en el desarrollo del feto varían. Por ejemplo, se ha visto que el mecanismo a través del cual la contaminación atmosférica puede dar lugar a efectos adversos en la salud humana está relacionado con la estimulación crónica de un conjunto de células que hay en el cerebro (células microgliales) y también de un proceso que se lleva a cabo llamado mielinización (en este proceso se recubren las fibras nerviosas con una sustancia llamada mielina que estimula y facilita la transferencia de información entre las neuronas). La mielinización comienza alrededor de la semana veinte del embarazo, llega a su punto máximo hacia la semana treinta y cuatro y continúa activamente durante los primeros años de vida. Es por ello que el período que va desde mediados de la gestación hasta los dos primeros años de vida se considera el más vulnerable si el factor ambiental en cuestión afecta al proceso de mielinización.

Dependiendo de la etapa del embarazo en la que se encuentra la exposición ambiental, los efectos en la salud y en el desarrollo del feto varían.

Durante las últimas décadas ha habido un incremento de estudios que evalúan los efectos de las principales exposiciones ambientales durante el período prenatal y los primeros años de vida en la salud humana. En los siguientes apartados podréis encontrar una breve descripción de las diferentes asociaciones que se han visto hasta el momento entre algunas de estas exposiciones ambientales y el crecimiento fetal y la prematuridad, el neurodesarrollo, la salud respiratoria y el sistema inmunitario, así como el crecimiento a lo largo de la infancia, la obesidad y la salud cardiovascular.

Crecimiento fetal y prematuridad

En este apartado os daremos cuatro pinceladas de la evidencia existente que hay sobre la posible relación entre estar expuesto a determinados factores ambientales y el crecimiento fetal y la prematuridad.

Por un lado, el crecimiento fetal corresponde al peso que tiene el bebé al nacer, y normalmente se diferencia entre normopeso (por encima de los 2.500 gramos), bajo peso al nacer (entre 1.500 gramos y 2.500 gramos) y muy bajo peso al nacer (por debajo de los 1.500 gramos) respecto aquellos bebés que no son prematuros. Se ha visto que alteraciones en el crecimiento fetal pueden estar asociadas con un peor estado de salud del bebé y con condiciones adversas en la salud a lo largo de la vida (por ejemplo, enfermedades cardiovasculares durante la edad adulta).

Varias exposiciones ambientales tienen la capacidad de afectar el crecimiento fetal, dando lugar a un bajo peso al nacer o una edad gestacional menor.

Por otra parte, la prematuridad está basada en una medida conocida como edad gestacional, la cual hace referencia a las semanas que pasan desde el primer día del último período menstrual y el nacimiento, de esta manera se considera que un bebé es prematuro cuando la edad gestacional se encuentra por debajo de las treinta y siete semanas. Respecto la prematuridad se ha descubierto que está relacionada con un incremento de la mortalidad perinatal (periodo que va desde las veintidós semanas de gestación hasta las primeras cuatro semanas de vida del bebé) y también con la morbilidad a largo plazo.

Varias exposiciones ambientales tienen la capacidad de afectar el crecimiento fetal, dando lugar a un bajo peso al nacer o una edad gestacional menor. Se cree que estas exposiciones inciden en el funcionamiento y desarrollo de todos los órganos a lo largo del embarazo, en particular de la placenta, el cual como ya sabemos es esencial para el correcto crecimiento del feto.

Contaminación atmosférica

Los principales contaminantes atmosféricos están relacionados con el tráfico, y con el mundo industrial. Durante el año 2010 y 2011 se publicaron diferentes estudios que concluían que existía una relación entre la exposición a partículas en suspensión y efectos adversos en el crecimiento fetal, así como entre el SO_2 y la prematuridad. Desde entonces, ha ido aumentando considerablemente la evidencia que muestra una conexión entre la contaminación atmosférica y un mayor riesgo de tener un parto prematuro, así como bajo peso al nacer. Por ejemplo, se analizó información de catorce estudios europeos diferentes y se vio que aumentaba el riesgo de tener bajo peso al nacer si el feto había sido expuesto a lo largo del período prenatal a determinadas concentraciones de $PM_{2.5}$. Otro análisis realizado en China mostró que no solo aumentaba el riesgo a presentar un bajo peso al nacer, sino que también incrementaba el riesgo de tener un parto prematuro. Es por ello que actualmente se considera que sí existe una conexión entre estar expuesto a la contaminación atmosférica durante el embarazo y presentar efectos adversos relacionados con el crecimiento fetal.

Metales

Algunos de los metales evaluados son el plomo, el mercurio, el cadmio o el arsénico. En el caso del plomo se ha visto que, aunque los niveles de exposición sean bajos hay una asociación con el peso y la longitud al nacer, o la edad gestacional. Respecto el mercurio, hay diversidad de resultados ya que algunos estudios no muestran asociaciones, pero otros sí que han encontrado una relación entre la exposición y el peso al nacer y el desarrollo fetal. La exposición al cadmio y al arsénico también se ha relacionado con un bajo peso al nacer, y en una disminución de la edad gestacional en cuanto al cadmio.

Contaminantes orgánicos persistentes

Uno de los principales contaminantes orgánicos persistentes, los PCBs se han asociado directamente con el crecimiento fetal, principalmente con el bajo peso al nacer, pero no con una edad gestacional menor. En cuanto a los conocidos como PFASs, los cuales pueden persistir en el ambiente durante largos periodos de tiempo y presentan diferentes caminos para llegar hasta el cuerpo humano, se han asociado con el peso al nacer, aunque algunos estudios no mostraban una evidencia muy consistente. Finalmente, respecto a los PBDEs, utilizados mayoritariamente como retardantes de la llama en mobiliario o material electrónico, el número de estudios publicados es limitado por lo que la evidencia es insuficiente para decir que estar expuesto a altos niveles de este contaminante implican alteraciones en el crecimiento fetal o complicaciones en el nacimiento.

Pesticidas

En el caso de los pesticidas, se ha visto que estar expuesto a ellos durante el período prenatal puede implicar alteraciones en el crecimiento fetal. Sin embargo, como curiosidad, existen algunos estudios que muestran que esta asociación solo existía en un subgrupo de la población que coincidía con el hecho de que tenían baja capacidad para eliminar el compuesto tóxico de su cuerpo. La evidencia existente respecto la asociación entre la exposición prenatal a los pesticidas y la prematuridad es limitada, ya que el número de estudios que muestran una conexión entre el factor ambiental y el efecto en salud es bajo. Es por ello que se necesitan más estudios que permitan determinar si la exposición a pesticidas tanto en el ámbito laboral como en casa puede tener una influencia en el crecimiento fetal y el riesgo de tener un parto prematuro.

Químicos presentes en los productos de higiene personal y los plásticos

En cuanto a los químicos que se encuentran principalmente en los cosméticos, los plásticos o los productos de limpieza (ftalatos) la evidencia existente hasta el momento también es inconsistente. Existen diversos estudios que han analizado la relación entre la exposición a los ftalatos y el peso al nacer o la edad gestacional, sin embargo, hay variedad de resultados. Algunos de ellos no muestran asociación y otros solo asociación con algún subgrupo de estos compuestos. Se cree que estos compuestos tienen una vida media muy corta, es decir, que el tiempo que los tenemos dentro del cuerpo humano después de habernos expuesto es muy corto, por lo que es difícil determinar las cantidades de exposición o su presencia real. La inconsistencia de resultados también se presenta en el caso del BPA que es también un compuesto químico que se utiliza para la fabricación de plásticos, y su exposición aún no ha sido asociada a complicaciones adversas durante el nacimiento.

Ruido

El ruido es un factor ambiental que está mayoritariamente relacionado con el tráfico, sobre todo en las ciudades. Actualmente hay pocos estudios que hayan evaluado la relación entre el ruido y la presencia de complicaciones en el nacimiento. Sin embargo, algunas investigaciones han estudiado el impacto del ruido proveniente de los aviones, de las carreteras y de las autopistas, y han visto que la posible asociación con el bajo peso al nacer o la prematuridad es insuficiente. Algunos estudios han visto que no hay asociación con tener un parto prematuro, o que la evidencia es limitada respecto el peso al nacer.

Espacios verdes

Cada vez hay más interés en el impacto en salud que pueda tener estar expuesto a espacios verdes. Se cree que esta exposición a espacios verdes o espacios verdes localizados en zonas urbanas podría ayudar a incrementar el peso al nacer. Sin embargo, hay pocas investigaciones hasta el momento, y algunos estudios no han encontrado una asociación directa y en consecuencia la evidencia disponible, es actualmente limitada.

Neurodesarrollo

La exposición a factores ambientales durante este periodo puede dar lugar a una alteración del desarrollo del cerebro afectando a los procesos cognitivos.

El desarrollo del cerebro es el proceso a través del cual las neuronas se forman y maduran, y está diferenciado en seis etapas: proliferación, migración, diferenciación, sinaptogenesis (que es la formación de las sinapsis, que son las conexiones entre neuronas), mielinización y apoptosis. Este proceso se inicia durante el embarazo y sigue hasta el final de la adolescencia. La exposición a factores ambientales durante este periodo puede dar lugar a una alteración del desarrollo del cerebro y afectando a la cognición, como, por ejemplo: disminuyendo el coeficiente intelectual, o aumentando el riesgo de presentar diferentes trastornos de comportamiento como el autismo o el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH).

Contaminación atmosférica

Diversas investigaciones han observado una asociación entre la exposición a determinadas concentraciones de partículas en suspensión ($PM_{2.5}$) y el diagnóstico de autismo.

También se han descubierto conexiones entre la exposición durante el embarazo y a lo largo de la infancia con una disminución de la función cognitiva (relacionada con el coeficiente intelectual que es la capacidad de procesamiento de información por parte del individuo) y problemas neuroconductuales. Específicamente por la exposición durante la infancia se ha visto que aquellos niños que iban a escuelas con altos niveles de contaminación relacionada con el tráfico presentaban un desarrollo cognitivo más lento a lo largo de un año, así como otras alteraciones cognitivas relacionadas con la contaminación recibida durante el camino de la escuela a casa y viceversa, o afectaciones en la capacidad de atención debido a la contaminación a corto plazo (en las últimas veinticuatro horas).

Finalmente, como se han visto afectaciones específicas en determinadas zonas del cerebro, se cree que estas podrían ayudar a explicar el porqué de los efectos observados a nivel cognitivo.

Metales

En este apartado es importante tener en cuenta que el plomo, el metilmercurio y el arsénico son reconocidos como compuestos neurotóxicos, y que, por lo tanto, ya se ha descubierto que tienen la capacidad de alterar gravemente el sistema nervioso y provocar daño cerebral.

Los hallazgos que se han encontrado por el impacto de bajas concentraciones de metilmercurio durante el embarazo han tenido mucha controversia, ya que en algunos casos se ha visto efecto a nivel cognitivo y neuropsicológico, pero en otros no se han observado asociaciones. Esto puede ser debido a que el pescado, que es la principal fuente de metilmercurio, también tiene grasas esenciales que son beneficiosas para el desarrollo cerebral. Respecto el neurocomportamiento, la exposición al mercurio a nivel prenatal y durante la infancia está asociada con el autismo y el TDAH.

En el estudio del efecto del plomo, hay más variedad y es difícil separar si el impacto viene dado por una exposición prenatal o durante los primeros años de vida. Hay muchas más investigaciones que estudian la exposición durante la infancia y muestran que hay relación con la función cognitiva, el riesgo de TDAH y otras alteraciones del comportamiento durante la edad adulta.

En cuanto al cadmio, hay evidencia de su impacto en el desarrollo cognitivo y trastornos del comportamiento, pero pocos estudios respecto al TDAH.

Finalmente, la exposición al arsénico se ha asociado con una disminución del coeficiente intelectual, con el desarrollo cognitivo, y algunos trastornos neuroconductuales. Es interesante en este caso, que un estudio de intervención observó que si se reducían las concentraciones de arsénico en el agua que bebían un grupo de niños, estos presentaban una mejora en un tipo de memoria que se llama memoria de trabajo.

Contaminantes orgánicos persistentes

En 2015 se publicó una revisión que recogía la evidencia de los últimos diez años sobre la asociación entre la exposición durante el embarazo y los primeros años de vida a los PCBs y alteraciones en el desarrollo neuronal y trastornos del comportamiento.

Pesticidas

Respecto el neurodesarrollo, la exposición a los pesticidas es una de las exposiciones con mayor evidencia y de más calidad, ya que se conoce que algunos de los componentes de los pesticidas son neurotóxicos, es decir que tienen la capacidad de alterar gravemente las funciones del sistema nervioso.

La exposición a nivel prenatal se ha relacionado con una reducción en la puntuación del coeficiente intelectual y con otras medidas del desarrollo mental y psicomotor del niño. En cuanto a la exposición durante los primeros años de vida hay pocos estudios y muchos de ellos presentan resultados inconsistentes.

Químicos presentes en los productos de higiene personal y los plásticos

Como hemos comentado anteriormente tenemos los ftalatos y el BPA dentro del grupo de químicos presentes en los productos de higiene personal y en los plásticos. En el caso de los ftalatos se ha estudiado la exposición a estos compuestos durante el embarazo y se ha visto que los niños expuestos pueden presentar un desarrollo psicomotriz menor, y en el caso de la exposición durante la infancia un coeficiente intelectual más bajo. Aún existen dudas en relación a la asociación entre los ftalatos y el desarrollo del trastorno autista.

Con respecto al BPA hay inconsistencias en el impacto que puede tener su exposición a nivel neuronal, de si el sexo biológico tiene alguna implicación y de si es la exposición prenatal o durante la infancia la que incide. Se han observado asociaciones con las funciones ejecutivas o cognitivas.

Ruido

En el caso del ruido, gran parte de los estudios miran la exposición durante los primeros años de vida y su relación con el neurodesarrollo. La mayor parte de la evidencia respecto a esta exposición determina una relación con la memoria a largo plazo, la comprensión lectora o trastornos en la conducta a nivel emocional o hiperactividad, aunque la evidencia en algunos casos muestra inconsistencias o es insuficiente.

Espacios verdes

La mayoría de los estudios también han evaluado la exposición durante la infancia a los espacios verdes y su impacto en el neurodesarrollo. Se ha observado que estar expuesto a estos ambientes naturales y/o verdes aporta efectos beneficiosos al niño respecto la capacidad de atención y la cognición. Sin embargo, son estudios muy preliminares, y la evidencia es limitada, por lo que para poder determinar claramente el efecto beneficioso de estos ambientes es necesario llevar a cabo más investigación.

Salud respiratoria y sistema inmunitario

El desarrollo de los pulmones y del sistema inmunitario se inicia durante el embarazo y continúa a lo largo de la infancia. Determinados contaminantes ambientales tienen la capacidad de alterar el desarrollo del sistema respiratorio e inmunitario, disminuyendo la capacidad de luchar contra las infecciones, reduciendo la función pulmonar o incrementando el riesgo de desarrollar asma o alergias.

Contaminación atmosférica

Un conocido estudio llamado ESCAPE, observó asociaciones entre la exposición a la contaminación relacionada con el tráfico al nacimiento y el riesgo de desarrollar neumonía durante la infancia, y una reducción de la función pulmonar cuando la exposición era durante los primeros años de vida. Otros estudios han observado más riesgo de asma, de desarrollar neumonía, u otras enfermedades del tracto respiratorio. La consistencia de los hallazgos que se han hecho hasta el momento, implica que la asociación entre la contaminación atmosférica y la salud respiratoria esté ampliamente aceptada.

Metales

Hay pocos estudios que muestren una conexión entre los metales pesados y el sistema respiratorio o inmunitario. En algunos casos se ha observado una relación entre la exposición durante el embarazo al plomo y la presencia de asma en el niño, resultados similares se han encontrado por la exposición al mercurio durante la infancia. Respecto al arsénico, hay poca evidencia, pero la que existe muestra que la exposición durante el embarazo podría estar relacionada con infecciones respiratorias y/o neumonía posteriormente (entre los siete y los diecisiete años de edad). En cambio, la investigación de la exposición al arsénico durante los primeros años de vida es limitada.

Contaminantes orgánicos persistentes

Respecto los contaminantes orgánicos persistentes, es importante mencionar que solo para algunos de los compuestos que forman parte de este grupo se han observado asociaciones con un aumento del riesgo de desarrollar asma, infecciones del tracto respiratorio, dermatitits atópica u otras afectaciones en el sistema inmunitario. Por ejemplo, la exposición prenatal a los PCBs y las dioxinas se ha asociado con infecciones respiratorias, y la exposición durante la infancia a los PCBs con una respuesta inmunitaria menor.

Por otra parte, la exposición a PFASs (tanto prenatal como los primeros años de vida) puede dar lugar a una disminución de la respuesta inmunitaria durante la infancia, y en una menor protección a largo plazo. En muchos casos no se ha encontrado una relación con el asma, la función pulmonar o las alergias, y es más probable que sea la exposición durante la infancia la que tenga efecto en el sistema inmunitario y respiratorio.

Finalmente, en el caso de los PBDEs no se han observado asociaciones, por lo que son necesarios más estudios para determinar la posible relación entre la exposición y las condiciones adversas en salud.

Pesticidas

Existen pocos estudios que observen la relación entre la exposición a pesticidas y enfermedades respiratorias, sin embargo, la exposición prenatal podría estar relacionada con afecciones respiratorias a los cinco y siete años de edad, y con el riesgo de resfriados, o respuesta inmunitaria. A nivel de la exposición que se da durante la infancia, se ha observado una reducción de la función pulmonar a los siete años, pero la evidencia es muy limitada.

Químicos presentes en los productos de higiene personal y los plásticos

En el caso de los ftalatos, se ha observado que la exposición a estos compuestos durante el embarazo puede estar asociada a dermatitis atópica, asma, infecciones respiratorias, o alergias durante la infancia. Por BPA, los principales hallazgos fueron que la exposición a este químico durante el embarazo está asociado a un incremento del riesgo de sibilancia (ruido que se produce durante la respiración por culpa del bloqueo parcial de las vías respiratorias), disminución de la función pulmonar y aumento de infecciones de pecho durante los primeros años de vida. También se han observado algunas de estas asociaciones cuando la exposición se daba en la infancia.

Ruido

Existen hipótesis de que el ruido podría afectar el sistema respiratorio e inmunitario, pero la poca evidencia que hay es en adultos.

Espacios verdes

Se cree que la exposición a espacios verdes podría tener una influencia en el asma y las alergias, pero hasta el momento los estudios existentes no muestran ninguna asociación consistente.

Crecimiento durante la infancia, obesidad y salud cardiovascular

En este apartado, es importante conocer lo que se llama la hipótesis de los "obesógenos ambientales", la cual cuenta que hay una serie de compuestos químicos que tienen la capacidad de influir y cambiar los patrones de crecimiento, provocando la ganancia de peso, la obesidad, y otras enfermedades relacionadas con la obesidad. Hay varias exposiciones ambientales que se dan durante el embarazo o la infancia, las cuales tienen la capacidad de modificar estos patrones y de incidir en la salud cardiometabólica y el crecimiento del cuerpo humano durante los primeros años de vida.

Contaminación atmosférica

Estar expuesto a determinadas partículas en suspensión a lo largo del embarazo puede estar asociado con un incremento del índice de masa corporal (IMC) durante la infancia, así como un incremento de los niveles de presión sanguínea. En cuanto a la exposición durante los primeros años de vida (PM_{10}, NO_2, SO_2 y O_3), se ha visto

que hay un incremento del riesgo de presentar obesidad durante la infancia o hipertensión, cuando la exposición se lleva a cabo durante un largo periodo de tiempo (entre un mes y un año). Otros estudios no observan ninguna asociación, y en algunos casos la exposición a la contaminación atmosférica que proviene del tráfico es la que está asociada con un aumento rápido del peso y la obesidad infantil.

Metales

Por un lado, en el caso de los metales, se ha visto que la exposición (cadmio, arsénico, mercurio o plomo) tanto durante el embarazo como en los primeros años de vida está asociada con un retraso en el crecimiento y un incremento del riesgo de obesidad. Sin embargo, por la exposición durante los primeros años de vida, otros estudios no han visto asociaciones o éstas iban en la dirección contraria a la esperada. Por otra parte, la asociación con la presión sanguínea es más variada, no todos los estudios muestran los resultados que esperaríamos haciendo que la evidencia respecto a este factor de riesgo sea más limitada.

Contaminantes orgánicos persistentes

Dentro de los compuestos organoclorados encontramos el DDE, cuya exposición durante el embarazo puede estar asociado con una ganancia de peso acelerado durante la infancia, o un mayor riesgo de desarrollar obesidad infantil. La evidencia respecto a los PCBs, otro grupo de compuestos organoclorados, es limitada y poco consistente. Si la exposición a estos compuestos se da durante los años previos a la edad pubertal, los resultados sugieren un retraso en el crecimiento entre los ocho y los diecinueve años de edad, y cuando la exposición se da en los primeros años de vida hay un mayor riesgo de presentar obesidad entre los cinco y los nueve años de edad.

En el caso de los PFASs, se ha observado que es mayoritariamente la exposición prenatal a los PFOA (un tipo de PFASs) la que está asociada de forma directa con el crecimiento infantil, valores más altos de IMC y más riesgo de sobrepeso a lo largo de la infancia. La exposición a estos factores ambientales durante la infancia se cree que tiene menos impacto en el peso del niño. En cuanto a la salud cardiovascular, algunos compuestos que se consideran del grupo de los PFASs sí que se ha observado que están relacionados con una mayor concentración de lípidos, o aumento de la presión sanguínea, aunque, algunos estudios no observan estas asociaciones.

Existe poca evidencia de la asociación entre la exposición a los PBDEs y la obesidad infantil; es más, parte de estas investigaciones muestran resultados que difieren entre ellos respecto si la exposición está relacionada con un incremento o una disminución del IMC durante los primeros años de vida, o si afecta al crecimiento y al peso.

Pesticidas

La exposición a pesticidas se hipotetiza que podría estar relacionada con la presión sanguínea y una disminución del IMC, pero el número de estudios es tan bajo que todo es preliminar.

Químicos presentes en los productos de higiene personal y los plásticos

Los resultados respecto al impacto de los químicos presentes en productos de higiene personal (ftalatos) y los plásticos (BPA), son en gran parte inconsistentes. La exposición prenatal a los ftalatos no se ha podido determinar si está asociada con un aumento o una disminución del IMC, o con los niveles de presión sanguínea. En cuanto a la exposición postnatal, varios estudios han visto un incremento del IMC o un retraso en el crecimiento, así como un aumento de la presión sanguínea o resistencia a la insulina. Una recopilación de treinta y tres estudios que miraban la asociación entre la exposición al BPA (durante la infancia y la edad adulta) y su impacto en la salud cardiovascular mostraron resultados significativos por riesgo de obesidad, hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Cuando miramos la exposición prenatal, los resultados son insuficientes y muestran asociaciones tanto positivas, como negativas, o simplemente la no existencia de asociación.

Ruido

Como hemos visto hasta ahora, el ruido se considera mayoritariamente un factor de riesgo. En cuanto a su relación con la obesidad o la salud cardiovascular, la evidencia es limitada. Se ha visto que una mayor exposición al ruido podría estar asociada con un incremento del crecimiento a los siete u ocho años de edad, y también podría ser que hubiera una relación con el riesgo de sobrepeso a los siete años. Sin embargo, el número de estudios es escaso, y algunos estudios no muestran asociaciones, por lo que hasta el momento la posible asociación entre esta exposición y las condiciones de salud observadas en los niños es inconsistente.

Espacios verdes

La mayor parte de estudios han estudiado el impacto de la exposición a los espacios verdes durante la infancia respecto la salud cardiometabòlica. Algunos estudios han visto que la exposición a espacios verdes está relacionada con una disminución del riesgo de obesidad/sobrepeso en niños. Este hecho podría sugerir que este factor ambiental tiene un papel protector en la salud de las niñas y niños durante la infancia, repercutiendo después en las condiciones de salud que podrían presentarse en su etapa adulta.

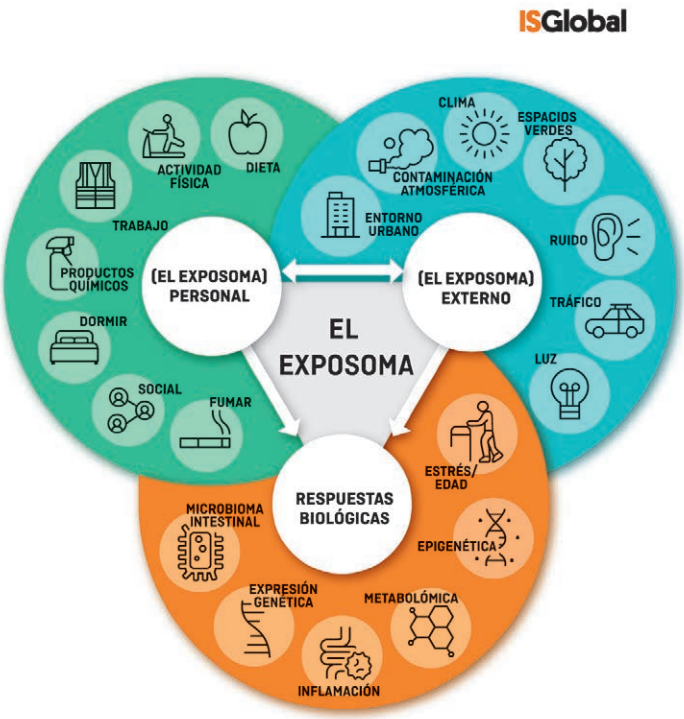
"Exposoma"

Se conoce como "exposoma" el conjunto de exposiciones ambientales que recibimos a lo largo de toda nuestra vida.

Como hemos visto a lo largo del capítulo, durante el embarazo y los primeros años de vida, el número de factores ambientales a los que estamos expuestos es elevado, y la mayor parte de ellos pueden tener un efecto en nuestra salud a corto o a largo plazo. Es por ello, que en las últimas décadas la manera de estudiar estas exposiciones ha ido cambiando, ya que no solo estamos expuestos a un factor sino a una combinación de muchos de ellos. En este contexto aparece el concepto "exposoma", definido como el conjunto de exposiciones ambientales que recibimos a lo largo de toda nuestra vida (incluyendo también el período prenatal), y ofrece de alguna manera la posibilidad de estudiar muchas exposiciones de forma simultánea.

Dentro del estudio del exposoma, encontramos todas las exposiciones a nivel personal como podrían ser las relacionadas con el estilo de vida (dieta, actividad física...), las exposiciones externas relacionadas principalmente con el ambiente (ruido, tráfico, contaminación atmosférica...) y las respuestas biológicas de nuestro cuerpo relacionadas (inflamación, expresión genética...). Es por ello que tener información de todas estas vertientes del exposoma nos permite establecer relaciones entre las exposiciones personales, las externas y las respuestas biológicas de nuestro cuerpo, y así ver las conexiones y establecer la ruta completa hasta llegar a los efectos adversos en salud que nosotros vemos y conocemos.

Figura 5. El exposoma. Fuente: ISGlobal.



Conclusiones

Como hemos visto a lo largo del capítulo hay una gran cantidad de investigaciones y de evidencia que apoya el impacto que pueden tener las exposiciones ambientales durante los primeros años de vida (incluyendo el período prenatal y la infancia), sobre el estado de salud de los niños.

Hay evidencia muy consistente con respecto a la asociación entre estar expuesto a contaminación atmosférica o a PCBs (un compuesto orgánico persistente) con el crecimiento fetal, así como en la relación que existe entre algunos metales (plomo y metilmercurio) o compuestos orgánicos persistentes y alteraciones en el neurodesarrollo, o también el papel de la contaminación atmosférica para con la aparición de complicaciones en el sistema respiratorio. Existe menor información sobre la asociación de los PFASs con el crecimiento fetal, la asociación del plomo, los PCBs o la contaminación atmosférica con el autismo o el TDAH, la asociación de la contaminación atmosférica o los PBDEs con el desarrollo cognitivo, así como la asociación de diferentes pesticidas o compuestos orgánicos persistentes con la salud respiratoria e inmunitaria o la obesidad infantil.

Figura 6. Comparación entre evidencia consistente y moderada. Fuente: elaboración propia.

La investigación en el campo de la epidemiología ambiental, que es la ciencia que se encarga de estudiar el impacto de estas exposiciones ambientales a la población, ha ido emergiendo a lo largo de las últimas décadas. Para algunos compuestos o sustancias la investigación es reciente y más nueva, ya que la preocupación por el efecto en la salud que pueden tener estos factores ha ido creciendo y ganando territorio. Muchas de estas sustancias provienen de las mismas fuentes y comparten vías de exposición (como por ejemplo a través de la dieta), es por eso que es complicado identificar concretamente cuáles son las sustancias químicas o los compuestos responsables de cada uno de los efectos en salud que se observan. Es más, las embarazadas y los niños, como el resto de la población general, no están expuestos únicamente a un compuesto o factor ambiental, sino que son grupos complejos en los que podemos encontrar varias

exposiciones, y esto es también un reto que debemos afrontar y al que nos tenemos que adaptar todos aquellos que hacemos investigación en este campo.

Actualmente hay también mucho interés en estudiar el impacto del ruido y de los espacios verdes durante la infancia, ya que se ha visto que el ruido puede estar relacionado con la comprensión de la lectura y la memoria a largo plazo, y que la exposición a los espacios verdes puede influenciar el desarrollo cognitivo de los niños. Sin embargo, las pruebas que hay hasta el momento son aún insuficientes o incoherentes porque hay pocos estudios que sean de calidad o comparables entre ellos. Sabemos que los diferentes efectos en la salud infantil que hemos comentado a lo largo del capítulo pueden ser precursores de la morbilidad y la mortalidad en la edad adulta. Es más, el coste de las enfermedades asociadas con estas consecuencias pueden ser considerables: la contaminación atmosférica provocada por partículas es el principal factor ambiental que contribuye a la carga mundial de morbilidad y la exposición al ruido está clasificado como el segundo factor ambiental que más contribuye a nivel europeo.

Muchos de los efectos observados son irreversibles y tienen consecuencias a largo plazo, por lo que se debe intentar al máximo no exponer las siguientes generaciones a posibles factores ambientales de riesgo durante los primeros años de vida. A lo largo de la historia se ha visto que las intervenciones generadas por la salud pública han reducido en gran medida los daños provocados por determinados factores ambientales como podría ser el caso de la exposición precoz al plomo o al tabaquismo pasivo. Sin embargo, fueron necesarias décadas de investigación para generar las pruebas suficientes para poder justificar las medidas que se adoptaron. En consecuencia, en este contexto, aplicar el principio de precaución (adoptar determinadas medidas sobre cuestiones que pueden ser perjudiciales sin que haya una certeza científica absoluta), sería una buena opción, y así poder crear de forma rápida las medidas para proteger con urgencia el periodo del embarazo y los primeros años de vida de los factores ambientales de riesgo, o estimular su exposición de aquellos factores que son protectores. Dado que la formulación de políticas suele ser lenta, sabemos que las familias pueden necesitar asesoramiento para comprender la importancia de reducir, evitar o estimular determinadas exposiciones ambientales a lo largo de la gestación como podría ser la exposición al plomo, a la contaminación atmosférica o los espacios verdes. Es por ello que existen otros perfiles profesionales reconocidos en el mundo de la salud que están al servicio de las familias y que han elaborado diferentes documentos con recomendaciones por ejemplo por la exposición al tabaco, al mercurio o al plomo, y que también crean y participan activamente en programas de protección y promoción de la salud.

Como conclusión, podríamos decir que los primeros años de vida son un periodo vulnerable de exposición a los diferentes factores ambientales en cuanto a la salud de los niños y a las consecuencias en salud que puedan aparecer a largo plazo. Es por todo ello que esta etapa vulnerable necesita una protección especial, la implicación de toda la sociedad, intervenciones por parte de la salud pública e incrementar la conciencia de la población de forma activa e inclusiva.

Sabemos que en el mundo que nos rodea actualmente es casi imposible crecer en un ambiente libre totalmente de exposiciones ambientales; sin embargo, existen maneras y acciones que podemos tomar para disminuir los niveles de exposición.

A continuación, presentamos dos infografías en las que se pueden encontrar algunas recomendaciones para promover un embarazo saludable y prevenir la exposición a compuestos químicos.

Es casi imposible crecer en un ambiente libre totalmente de exposiciones ambientales; sin embargo, existen maneras y acciones que podemos tomar para disminuir los niveles de exposición.

Figura 7. Recomendaciones generales para promover un embarazo saludable.
Fuente: basado y adaptado del *"American College of Obstetricians and Gynecologist"*.

Figura 8. Diez consejos para prevenir la exposición a compuestos químicos durante y después del embarazo. Fuente: basado y adaptado en las recomendaciones de la Federación de Ginecología y Obstetricia (FIGO), la Universidad de California - San Francisco (UCSF) y la Alianza para la Salud y el Ambiente (HEAL).

Bibliografía

1. Afeiche, M., Peterson, K. E., Sánchez, B. N., Cantonwine, D., Lamadrid-Figueroa, H., Schnaas, L., Ettinger, A. S., Hernández-Avila, M., Hu, H., & Téllez-Rojo, M. M. (2011). Prenatal lead exposure and weight of 0- to 5-year-old children in Mexico city. *Environmental health perspectives*, 119(10), 1436–1441. https://doi.org/10.1289/ehp.1003184

2. Agay-Shay, K., Martinez, D., Valvi, D., Garcia-Esteban, R., Basagaña, X., Robinson, O., Casas, M., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2015). Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals during Pregnancy and Weight at 7 Years of Age: A Multi-pollutant Approach. *Environmental health perspectives*, 123(10), 1030–1037. https://doi.org/10.1289/ehp.1409049

3. Ahmed, S., Akhtar, E., Roy, A., von Ehrenstein, O. S., Vahter, M., Wagatsuma, Y., & Raqib, R. (2017). Arsenic exposure alters lung function and airway inflammation in children: A cohort study in rural Bangladesh. *Environment international*, *101*, 108–116. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.014

4. Alderete, T. L., Chen, Z., Toledo-Corral, C. M., Contreras, Z. A., Kim, J. S., Habre, R., Chatzi, L., Bastain, T., Breton, C. V., & Gilliland, F. D. (2018). Ambient and Traffic-Related Air Pollution Exposures as Novel Risk Factors for Metabolic Dysfunction and Type 2 Diabetes. *Current epidemiology reports*, 5(2), 79–91. https://doi.org/10.1007/s40471-018-0140-5

5. Amicone, G., Petruccelli, I., De Dominicis, S., Gherardini, A., Costantino, V., Perucchini, P., & Bonaiuto, M. (2018). Green Breaks: The Restorative Effect of the School Environment's Green Areas on Children's Cognitive Performance. *Frontiers in psychology*, 9, 1579. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01579

6. Amin, M. M., Parastar, S., Ebrahimpour, K., Shoshtari-Yeganeh, B., Hashemi, M., Mansourian, M., & Kelishadi, R. (2018). Association of urinary phthalate metabolites concentrations with body mass index and waist circumference. *Environmental science and pollution research international*, *25*(11), 11143–11151. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1413-8

7. Bach, C. C., Bech, B. H., Brix, N., Nohr, E. A., Bonde, J. P., & Henriksen, T. B. (2015). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances and human fetal growth: a systematic review. *Critical reviews in toxicology*, *45*(1), 53–67. https://doi.org/10.3109/10408444.2014.952400

8. Bae, S., Lim, Y. H., Lee, Y. A., Shin, C. H., Oh, S. Y., & Hong, Y. C. (2017). Maternal Urinary Bisphenol A Concentration During Midterm Pregnancy and Children's Blood Pressure at Age 4. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, *69*(2), 367–374. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.08281

9. Barker D. J. (2007). The origins of the developmental origins theory. *Journal of internal medicine*, *261*(5), 412–417. https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2007.01809.x

10. Barry, V., Darrow, L. A., Klein, M., Winquist, A., & Steenland, K. (2014). Early life perfluorooctanoic acid (PFOA) exposure and overweight and obesity risk in adulthood in a community with elevated exposure. *Environmental research*, *132*, 62–69. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.03.025

11. Beckwith, T. J., Dietrich, K. N., Wright, J. P., Altaye, M., & Cecil, K. M. (2018). Reduced regional volumes associated with total psychopathy scores in an adult population with childhood lead exposure. *Neurotoxicology*, *67*, 1–26. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2018.04.004

12. Bekö, G., Callesen, M., Weschler, C. J., Toftum, J., Langer, S., Sigsgaard, T., Høst, A., Kold Jensen, T., & Clausen, G. (2015). Phthalate exposure through different pathways and allergic sensitization in preschool children with asthma, allergic rhinoconjunctivitis and atopic dermatitis. *Environmental research*, *137*, 432–439. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.01.012

13. Berger, K., Eskenazi, B., Balmes, J., Kogut, K., Holland, N., Calafat, A. M., & Harley, K. G. (2019). Prenatal high molecular weight phthalates and bisphenol A, and childhood respiratory and allergic outcomes. *Pediatric allergy and immunology: official publication of the European Society of Pediatric Allergy and Immunology*, *30*(1), 36–46. https://doi.org/10.1111/pai.12992

14. Bilenko, N., Brunekreef, B., Beelen, R., Eeftens, M., de Hoogh, K., Hoek, G., Koppelman, G. H., Wang, M., van Rossem, L., & Gehring, U. (2015). Associations between particulate matter composition and childhood blood pressure--The PIAMA study. *Environment international*, *84*, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.07.010

15. Bilenko, N., van Rossem, L., Brunekreef, B., Beelen, R., Eeftens, M., Hoek, G., Houthuijs, D., de Jongste, J. C., van Kempen, E., Koppelman, G. H., Meliefste, K., Oldenwening, M., Smit, H. A., Wijga, A. H., & Gehring, U. (2015). Traffic-related air pollution and noise and children's blood pressure: results from the PIAMA birth cohort study. *European journal of preventive*

cardiology, *22*(1), 4–12. https://doi.org/10.1177/2047487313505821

16. Bloemsma, L. D., Wijga, A. H., Klompmaker, J. O., Janssen, N., Smit, H. A., Koppelman, G. H., Brunekreef, B., Lebret, E., Hoek, G., & Gehring, U. (2019). The associations of air pollution, traffic noise and green space with overweight throughout childhood: The PIAMA birth cohort study. *Environmental research*, *169*, 348–356. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.026

17. Bloom, M. S., Surdu, S., Neamtiu, I. A., & Gurzau, E. S. (2014). Maternal arsenic exposure and birth outcomes: a comprehensive review of the epidemiologic literature focused on drinking water. *International journal of hygiene and environmental health*, *217*(7), 709–719. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.03.004

18. Bonzini, M., Carugno, M., Grillo, P., Mensi, C., Bertazzi, P. A., & Pesatori, A. C. (2010). Impact of ambient air pollution on birth outcomes: systematic review of the current evidences. *La Medicina del lavoro*, *101*(5), 341–363.

19. Botton, J., Philippat, C., Calafat, A. M., Carles, S., Charles, M. A., Slama, R., & The Eden Mother-Child Cohort Study Group (2016). Phthalate pregnancy exposure and male offspring growth from the intra-uterine period to five years of age. *Environmental research*, 151, 601–609. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.033

20. Braun, J. M., Kalkbrenner, A. E., Just, A. C., Yolton, K., Calafat, A. M., Sjödin, A., Hauser, R., Webster, G. M., Chen, A., & Lanphear, B. P. (2014). Gestational exposure to endocrine-disrupting chemicals and reciprocal social, repetitive, and stereotypic behaviors in 4- and 5-year-old children: the HOME study. *Environmental health perspectives*, *122*(5), 513–520. https://doi.org/10.1289/ehp.1307261

21. Breton, C. V., Yao, J., Millstein, J., Gao, L., Siegmund, K. D., Mack, W., Whitfield-Maxwell, L., Lurmann, F., Hodis, H., Avol, E., & Gilliland, F. D. (2016). Prenatal Air Pollution Exposures, DNA Methyl Transferase Genotypes, and Associations with Newborn LINE1 and Alu Methylation and Childhood Blood Pressure and Carotid Intima-Media Thickness in the Children's Health Study. *Environmental health perspectives*, *124*(12), 1905–1912. https://doi.org/10.1289/EHP181

22. Brown, A. S., Cheslack-Postava, K., Rantakokko, P., Kiviranta, H., Hinkka-Yli-Salomäki, S., McKeague, I. W., Surcel, H. M., & Sourander, A. (2018). Association of Maternal Insecticide Levels With Autism in Offspring From a National Birth Cohort. *The American journal of psychiatry*, *175*(11), 1094–1101. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2018.17101129

23. Buck Louis, G. M., Yeung, E., Sundaram, R., Laughon, S. K., & Zhang, C. (2013). The exposome -- exciting opportunities for discoveries in reproductive and perinatal epidemiology. *Paediatric and perinatal epidemiology*, *27*(3), 229–236. https://doi.org/10.1111/ppe.12040

24. Budtz-Jørgensen, E., Bellinger, D., Lanphear, B., Grandjean, P., & International Pooled Lead Study Investigators (2013). An international pooled analysis for obtaining a benchmark dose for environmental lead exposure in children. *Risk analysis: an official publication of the Society for Risk Analysis*, *33*(3), 450–461. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01882.x

25. Bui, D. S., Lodge, C. J., Burgess, J. A., Lowe, A. J., Perret, J., Bui, M. Q., Bowatte, G., Gurrin, L., Johns, D. P., Thompson, B. R., Hamilton, G. S., Frith, P. A., James, A. L., Thomas, P. S., Jarvis, D., Svanes, C., Russell, M., Morrison, S. C., Feather, I., Allen, K. J., … Dharmage, S. C. (2018). Childhood predictors of lung function trajectories and future COPD risk: a prospective cohort study from the first to the sixth decade of life. *The Lancet. Respiratory medicine*, *6*(7), 535–544. https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30100-0

26. Canbaz, D., van Velzen, M. J., Hallner, E., Zwinderman, A. H., Wickman, M., Leonards, P. E., van Ree, R., & van Rijt, L. S. (2016). Exposure to organophosphate and polybrominated diphenyl ether flame retardants via indoor dust and childhood asthma. *Indoor air*, *26*(3), 403–413. https://doi.org/10.1111/ina.12221

27. Cao, J., Xu, X., Hylkema, M. N., Zeng, E. Y., Sly, P. D., Suk, W. A., Bergman, Å., & Huo, X. (2016). Early-life Exposure to Widespread Environmental Toxicants and Health Risk: A Focus on the Immune and Respiratory Systems. *Annals of global health*, *82*(1), 119–131. https://doi.org/10.1016/j.aogh.2016.01.023

28. Casas, M., Forns, J., Martínez, D., Avella-García, C., Valvi, D., Ballesteros-Gómez, A., Luque, N., Rubio, S., Julvez, J., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2015). Exposure to bisphenol A during pregnancy and child neuropsychological development in the INMA-Sabadell cohort. *Environmental research*, *142*, 671–679. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.07.024

29. Casas, M., Nieuwenhuijsen, M., Martínez, D., Ballester, F., Basagaña, X., Basterrechea, M., Chatzi, L., Chevrier, C., Eggesbø, M., Fernandez, M. F., Govarts, E., Guxens, M., Grimalt, J. O., Hertz-Picciotto, I., Iszatt, N., Kasper-Sonnenberg, M., Kiviranta, H., Kogevinas, M., Palkovicova, L., Ranft, U., … Bonde, J. P. (2015). Prenatal exposure to PCB-153, p,p'-DDE and birth outcomes

in 9000 mother-child pairs: exposure-response relationship and effect modifiers. *Environment international*, *74*, 23–31. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.09.013

30. Casas, M., Valvi, D., Ballesteros-Gomez, A., Gascon, M., Fernández, M. F., Garcia-Esteban, R., Iñiguez, C., Martínez, D., Murcia, M., Monfort, N., Luque, N., Rubio, S., Ventura, R., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2016). Exposure to Bisphenol A and Phthalates during Pregnancy and Ultrasound Measures of Fetal Growth in the INMA-Sabadell Cohort. *Environmental health perspectives*, *124*(4), 521–528. https://doi.org/10.1289/ehp.1409190

31. Chang, J. Y., Park, J. S., Shin, S., Yang, H. R., Moon, J. S., & Ko, J. S. (2015). Mercury Exposure in Healthy Korean Weaning-Age Infants: Association with Growth, Feeding and Fish Intake. *International journal of environmental research and public health*, 12(11), 14669–14689. https://doi.org/10.3390/ijerph121114669

32. Chatzi, L., Ierodiakonou, D., Margetaki, K., Vafeiadi, M., Chalkiadaki, G., Roumeliotaki, T., Fthenou, E., Pentheroudaky, E., McConnell, R., Kogevinas, M. & Kippñer, M. (2018) Prenatal Exposure to Cadmium and Child Growth, Obesity and Cardiometabolic Traits. *American Journal of Epidemiology*. 188(1), 141-150 https://doi.org/10.1093/aje/kwy216

33. Cherrie, M., Shortt, N. K., Mitchell, R. J., Taylor, A. M., Redmond, P., Thompson, C. W., Starr, J. M., Deary, I. J., & Pearce, J. R. (2018). Green space and cognitive ageing: A retrospective life course analysis in the Lothian Birth Cohort 1936. *Social science & medicine (1982)*, *196*, 56–65. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.10.038

34. Chung, M. K., Kannan, K., Louis, G. M., & Patel, C. J. (2018). Toward Capturing the Exposome: Exposure Biomarker Variability and Coexposure Patterns in the Shared Environment. *Environmental science & technology*, 52(15), 8801–8810. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01467

35. Clark, C., & Paunovic, K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition. *International journal of environmental research and public health*, *15*(2), 285. https://doi.org/10.3390/ijerph15020285

36. Clark, C., & Paunovic, K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Quality of Life, Wellbeing and Mental Health. *International journal of environmental research and public health*, *15*(11), 2400. https://doi.org/10.3390/ijerph15112400

37. Clemente, D., Casas, M., Janssen, B. G., Lertxundi, A., Santa-Marina, L., Iñiguez, C., Llop, S., Sunyer, J., Guxens, M., Nawrot, T. S., & Vrijheid, M. (2017). Prenatal ambient air pollution exposure, infant growth and placental mitochondrial DNA content in the INMA birth cohort. *Environmental research*, *157*, 96–102. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.018

38. Cupul-Uicab, L. A., Klebanoff, M. A., Brock, J. W., & Longnecker, M. P. (2013). Prenatal exposure to persistent organochlorines and childhood obesity in the US collaborative perinatal project. *Environmental health perspectives*, *121*(9), 1103–1109. https://doi.org/10.1289/ehp.1205901

39. Cupul-Uicab, L. A., Terrazas-Medina, E. A., Hernández-Ávila, M., & Longnecker, M. P. (2014). Prenatal exposure to p,p'-DDE and p,p'-DDT in relation to lower respiratory tract infections in boys from a highly exposed area of Mexico. Environmental research, 132, 19–23. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.03.017

40. Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forns, J., Basagaña, X., Alvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., De Castro Pascual, M., Su, J., Jerrett, M., Querol, X., & Sunyer, J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *112*(26), 7937–7942. https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112

41. Dadvand, P., Parker, J., Bell, M. L., Bonzini, M., Brauer, M., Darrow, L. A., Gehring, U., Glinianaia, S. V., Gouveia, N., Ha, E. H., Leem, J. H., van den Hooven, E. H., Jalaludin, B., Jesdale, B. M., Lepeule, J., Morello-Frosch, R., Morgan, G. G., Pesatori, A. C., Pierik, F. H., Pless-Mulloli, T., … Woodruff, T. J. (2013). Maternal exposure to particulate air pollution and term birth weight: a multi-country evaluation of effect and heterogeneity. *Environmental health perspectives*, *121*(3), 267–373. https://doi.org/10.1289/ehp.1205575

42. Dadvand, P., Poursafa, P., Heshmat, R., Motlagh, M. E., Qorbani, M., Basagaña, X., & Kelishadi, R. (2018). Use of green spaces and blood glucose in children; a population-based CASPIAN-V study. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *243*(Pt B), 1134–1140. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.09.094

43. Dadvand, P., Pujol, J., Macià, D., Martínez-Vilavella, G., Blanco-Hinojo, L., Mortamais, M.,

Alvarez-Pedrerol, M., Fenoll, R., Esnaola, M., Dalmau-Bueno, A., López-Vicente, M., Basagaña, X., Jerrett, M., Nieuwenhuijsen, M. J., & Sunyer, J. (2018). The Association between Lifelong Greenspace Exposure and 3-Dimensional Brain Magnetic Resonance Imaging in Barcelona Schoolchildren. *Environmental health perspectives*, *126*(2), 027012. https://doi.org/10.1289/EHP1876

44. Dadvand, P., Tischer, C., Estarlich, M., Llop, S., Dalmau-Bueno, A., López-Vicente, M., Valentín, A., de Keijzer, C., Fernández-Somoano, A., Lertxundi, N., Rodriguez-Dehli, C., Gascon, M., Guxens, M., Zugna, D., Basagaña, X., Nieuwenhuijsen, M. J., Ibarluzea, J., Ballester, F., & Sunyer, J. (2017). Lifelong Residential Exposure to Green Space and Attention: A Population-based Prospective Study. *Environmental health perspectives*, *125*(9), 097016. https://doi.org/10.1289/EHP694

45. Dadvand, P., Villanueva, C. M., Font-Ribera, L., Martinez, D., Basagaña, X., Belmonte, J., Vrijheid, M., Gražulevičienė, R., Kogevinas, M., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). Risks and benefits of green spaces for children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. *Environmental health perspectives*, *122*(12), 1329–1335. https://doi.org/10.1289/ehp.1308038

46. de Keijzer, C., Gascon, M., Nieuwenhuijsen, M. J., & Dadvand, P. (2016). Long-Term Green Space Exposure and Cognition Across the Life Course: a Systematic Review. *Current environmental health reports*, *3*(4), 468–477. https://doi.org/10.1007/s40572-016-0116-x

47. Debes, F., Budtz-Jørgensen, E., Weihe, P., White, R. F., & Grandjean, P. (2006). Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. Neurotoxicology and teratology, 28(3), 363–375. https://doi.org/10.1016/j.ntt.2006.02.004

48. Delvaux, I., Van Cauwenberghe, J., Den Hond, E., Schoeters, G., Govarts, E., Nelen, V., Baeyens, W., Van Larebeke, N., & Sioen, I. (2014). Prenatal exposure to environmental contaminants and body composition at age 7-9 years. *Environmental research*, *132*, 24–32. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.03.019

49. Ding, G., Cui, C., Chen, L., Gao, Y., Zhou, Y., Shi, R., & Tian, Y. (2013). Prenatal low-level mercury exposure and neonatal anthropometry in rural northern China. *Chemosphere*, *92*(9), 1085–1089. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.045

50. Dong, G., Wang, J., Zeng, X.W., Chen, L., Qin X.D., Zhou, Y., Li, M., Yang, M., Ren, W.H. & Hu, Q.S. (2015). Interactions Between Air Pollution and Obesity on Blood Pressure and Hypertension in Chinese Children. *Epidemiology* 26(5),740–7. https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000336

51. Drouillet-Pinard, P., Huel, G., Slama, R., Forhan, A., Sahuquillo, J., Goua, V., Thiébaugeorges, O., Foliguet, B., Magnin, G., Kaminski, M., Cordier, S., & Charles, M. A. (2010). Prenatal mercury contamination: relationship with maternal seafood consumption during pregnancy and fetal growth in the 'EDEN mother-child' cohort. *The British journal of nutrition*, *104*(8), 1096–1100. https://doi.org/10.1017/S0007114510001947

52. Duramad, P., Tager, I. B., & Holland, N. T. (2007). Cytokines and other immunological biomarkers in children's environmental health studies. *Toxicology letters*, *172*(1-2), 48–59. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.05.017

53. Ejaredar, M., Lee, Y., Roberts, D. J., Sauve, R., & Dewey, D. (2017). Bisphenol A exposure and children's behavior: A systematic review. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, *27*(2), 175–183. https://doi.org/10.1038/jes.2016.8

54. Erkin-Cakmak, A., Harley, K. G., Chevrier, J., Bradman, A., Kogut, K., Huen, K., & Eskenazi, B. (2015). In utero and childhood polybrominated diphenyl ether exposures and body mass at age 7 years: the CHAMACOS study. *Environmental health perspectives*, *123*(6), 636–642. https://doi.org/10.1289/ehp.1408417

55. Eskenazi, B., Kogut, K., Huen, K., Harley, K. G., Bouchard, M., Bradman, A., Boyd-Barr, D., Johnson, C., & Holland, N. (2014). Organophosphate pesticide exposure, PON1, and neurodevelopment in school-age children from the CHAMACOS study. *Environmental research*, *134*, 149–157. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.07.001

56. Evans, S. F., Kobrosly, R. W., Barrett, E. S., Thurston, S. W., Calafat, A. M., Weiss, B., Stahlhut, R., Yolton, K., & Swan, S. H. (2014). Prenatal bisphenol A exposure and maternally reported behavior in boys and girls. *Neurotoxicology*, *45*, 91–99. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.10.003

57. Eze, I. C., Foraster, M., Schaffner, E., Vienneau, D., Héritier, H., Pieren, R., Thiesse, L., Rudzik, F., Rothe, T., Pons, M., Bettschart, R., Schindler, C., Cajochen, C., Wunderli, J. M., Brink, M., Röösli, M., & Probst-Hensch, N. (2018). Transportation noise exposure, noise annoyance and respiratory health in adults: A repeated-measures study. *Environment international*, *121*(Pt 1), 741–750.

https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.006

58. Farzan, S. F., Howe, C. G., Chen, Y., Gilbert-Diamond, D., Cottingham, K. L., Jackson, B. P., Weinstein, A. R., & Karagas, M. R. (2018). Prenatal lead exposure and elevated blood pressure in children. *Environment international*, *121*(Pt 2), 1289–1296. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.049

59. Fleisch, A. F., Luttmann-Gibson, H., Perng, W., Rifas-Shiman, S. L., Coull, B. A., Kloog, I., Koutrakis, P., Schwartz, J. D., Zanobetti, A., Mantzoros, C. S., Gillman, M. W., Gold, D. R., & Oken, E. (2017). Prenatal and early life exposure to traffic pollution and cardiometabolic health in childhood. *Pediatric obesity*, *12*(1), 48–57. https://doi.org/10.1111/ijpo.12106

60. Forns, J., Stigum, H., Høyer, B. B., Sioen, I., Sovcikova, E., Nowack, N., Lopez-Espinosa, M. J., Guxens, M., Ibarluzea, J., Torrent, M., Wittsiepe, J., Govarts, E., Trnovec, T., Chevrier, C., Toft, G., Vrijheid, M., Iszatt, N., & Eggesbø, M. (2018). Prenatal and postnatal exposure to persistent organic pollutants and attention-deficit and hyperactivity disorder: a pooled analysis of seven European birth cohort studies. *International journal of epidemiology*, *47*(4), 1082–1097. https://doi.org/10.1093/ije/dyy052

61. Frondelius, K., Oudin, A., & Malmqvist, E. (2018). Traffic-Related Air Pollution and Child BMI-A Study of Prenatal Exposure to Nitrogen Oxides and Body Mass Index in Children at the Age of Four Years in Malmö, Sweden. *International journal of environmental research and public health*, 15(10), 2294. https://doi.org/10.3390/ijerph15102294

62. García-Esquinas, E., Pérez-Gómez, B., Fernández-Navarro, P., Fernández, M. A., de Paz, C., Pérez-Meixeira, A. M., Gil, E., Iriso, A., Sanz, J. C., Astray, J., Cisneros, M., de Santos, A., Asensio, Á., García-Sagredo, J. M., García, J. F., Vioque, J., López-Abente, G., Pollán, M., González, M. J., Martínez, M., … Aragonés, N. (2013). Lead, mercury and cadmium in umbilical cord blood and its association with parental epidemiological variables and birth factors. *BMC public health*, 13, 841. https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-841

63. Gardner, R. M., Kippler, M., Tofail, F., Bottai, M., Hamadani, J., Grandér, M., Nermell, B., Palm, B., Rasmussen, K. M., & Vahter, M. (2013). Environmental exposure to metals and children's growth to age 5 years: a prospective cohort study. *American journal of epidemiology*, *177*(12), 1356–1367. https://doi.org/10.1093/aje/kws437

64. Gascon, M., Morales, E., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2013). Effects of persistent organic pollutants on the developing respiratory and immune systems: a systematic review. *Environment international*, *52*, 51–65. https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.11.005

65. Gascon, M., Sunyer, J., Casas, M., Martínez, D., Ballester, F., Basterrechea, M., Bonde, J. P., Chatzi, L., Chevrier, C., Eggesbø, M., Esplugues, A., Govarts, E., Hannu, K., Ibarluzea, J., Kasper-Sonnenberg, M., Klümper, C., Koppen, G., Nieuwenhuijsen, M. J., Palkovicova, L., Pelé, F., … Vrijheid, M. (2014). Prenatal exposure to DDE and PCB 153 and respiratory health in early childhood: a meta-analysis. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, *25*(4), 544–553. https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000097

66. Gascon, M., Valvi, D., Forns, J., Casas, M., Martínez, D., Júlvez, J., Monfort, N., Ventura, R., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2015). Prenatal exposure to phthalates and neuropsychological development during childhood. *International journal of hygiene and environmental health*, *218*(6), 550–558. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.05.006

67. Gehring, U., Gruzieva, O., Agius, R. M., Beelen, R., Custovic, A., Cyrys, J., Eeftens, M., Flexeder, C., Fuertes, E., Heinrich, J., Hoffmann, B., de Jongste, J. C., Kerkhof, M., Klümper, C., Korek, M., Mölter, A., Schultz, E. S., Simpson, A., Sugiri, D., Svartengren, M., … Brunekreef, B. (2013). Air pollution exposure and lung function in children: the ESCAPE project. *Environmental health perspectives*, *121*(11-12), 1357–1364. https://doi.org/10.1289/ehp.1306770

68. Geiger, S. D., Xiao, J., Ducatman, A., Frisbee, S., Innes, K., & Shankar, A. (2014). The association between PFOA, PFOS and serum lipid levels in adolescents. *Chemosphere*, *98*, 78–83. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.005

69. Golding, J., Rai, D., Gregory, S., Ellis, G., Emond, A., Iles-Caven, Y., Hibbeln, J., & Taylor, C. (2018). Prenatal mercury exposure and features of autism: a prospective population study. *Molecular autism*, 9, 30. https://doi.org/10.1186/s13229-018-0215-7

70. González-Alzaga, B., Lacasaña, M., Aguilar-Garduño, C., Rodríguez-Barranco, M., Ballester, F., Rebagliato, M., & Hernández, A. F. (2014). A systematic review of neurodevelopmental effects of prenatal and postnatal organophosphate pesticide exposure. *Toxicology letters*, *230*(2), 104–121. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.11.019

71. Govarts, E., Nieuwenhuijsen, M., Schoeters, G., Ballester, F., Bloemen, K., de Boer, M., Chevrier,

C., Eggesbø, M., Guxens, M., Krämer, U., Legler, J., Martínez, D., Palkovicova, L., Patelarou, E., Ranft, U., Rautio, A., Petersen, M. S., Slama, R., Stigum, H., Toft, G., … ENRIECO (2012). Birth weight and prenatal exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE): a meta-analysis within 12 European Birth Cohorts. *Environmental health perspectives*, *120*(2), 162–170. https://doi.org/10.1289/ehp.1103767

72. Grandjean, P., Andersen, E. W., Budtz-Jørgensen, E., Nielsen, F., Mølbak, K., Weihe, P., & Heilmann, C. (2012). Serum vaccine antibody concentrations in children exposed to perfluorinated compounds. *JAMA*, 307(4), 391–397. https://doi.org/10.1001/jama.2011.2034

73. Granum, B., Haug, L. S., Namork, E., Stølevik, S. B., Thomsen, C., Aaberge, I. S., van Loveren, H., Løvik, M., & Nygaard, U. C. (2013). Pre-natal exposure to perfluoroalkyl substances may be associated with altered vaccine antibody levels and immune-related health outcomes in early childhood. *Journal of immunotoxicology*, *10*(4), 373–379. https://doi.org/10.3109/1547691X.2012.755580

74. Gregory, S., Iles-Caven, Y., Hibbeln, J. R., Taylor, C. M., & Golding, J. (2016). ¿Are prenatal mercury levels associated with subsequent blood pressure in childhood and adolescence? The Avon prebirth cohort study. *BMJ open*, *6*(10), e012425. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012425

75. Guo, Z., Xie, H. Q., Zhang, P., Luo, Y., Xu, T., Liu, Y., Fu, H., Xu, L., Valsami-Jones, E., Boksa, P., & Zhao, B. (2018). Dioxins as potential risk factors for autism spectrum disorder. *Environment international*, *121*(Pt 1), 906–915. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.028

76. Gustin, K., Tofail, F., Vahter, M., & Kippler, M. (2018). Cadmium exposure and cognitive abilities and behavior at 10 years of age: A prospective cohort study. *Environment international*, *113*, 259–268. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.02.020

77. Halldorsson, T. I., Rytter, D., Haug, L. S., Bech, B. H., Danielsen, I., Becher, G., Henriksen, T. B., & Olsen, S. F. (2012). Prenatal exposure to perfluorooctanoate and risk of overweight at 20 years of age: a prospective cohort study. *Environmental health perspectives*, *120*(5), 668–673. https://doi.org/10.1289/ehp.1104034

78. Hansen, S., Strøm, M., Olsen, S. F., Dahl, R., Hoffmann, H. J., Granström, C., Rytter, D., Bech, B. H., Linneberg, A., Maslova, E., Kiviranta, H., Rantakokko, P., & Halldorsson, T. I. (2016). Prenatal exposure to persistent organic pollutants and offspring allergic sensitization and lung function at 20 years of age. *Clinical and experimental allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, *46*(2), 329–336. https://doi.org/10.1111/cea.12631

79. Hansen, S., Strøm, M., Olsen, S. F., Maslova, E., Rantakokko, P., Kiviranta, H., Rytter, D., Bech, B. H., Hansen, L. V., & Halldorsson, T. I. (2014). Maternal concentrations of persistent organochlorine pollutants and the risk of asthma in offspring: results from a prospective cohort with 20 years of follow-up. *Environmental health perspectives*, 122(1), 93–99. https://doi.org/10.1289/ehp.1206397

80. Harley, K. G., Engel, S. M., Vedar, M. G., Eskenazi, B., Whyatt, R. M., Lanphear, B. P., Bradman, A., Rauh, V. A., Yolton, K., Hornung, R. W., Wetmur, J. G., Chen, J., Holland, N. T., Barr, D. B., Perera, F. P., & Wolff, M. S. (2016). Prenatal Exposure to Organophosphorous Pesticides and Fetal Growth: Pooled Results from Four Longitudinal Birth Cohort Studies. *Environmental health perspectives*, *124*(7), 1084–1092. https://doi.org/10.1289/ehp.1409362

81. Harley, K. G., Huen, K., Aguilar Schall, R., Holland, N. T., Bradman, A., Barr, D. B., & Eskenazi, B. (2011). Association of organophosphate pesticide exposure and paraoxonase with birth outcome in Mexican-American women. *PloS one*, *6*(8), e23923. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023923

82. Harley, K. G., Aguilar Schall, R., Chevrier, J., Tyler, K., Aguirre, H., Bradman, A., Holland, N. T., Lustig, R. H., Calafat, A. M., & Eskenazi, B. (2013). Prenatal and postnatal bisphenol A exposure and body mass index in childhood in the CHAMACOS cohort. *Environmental health perspectives*, *121*(4), 514–520. https://doi.org/10.1289/ehp.1205548

83. He, J., Ning, H., & Huang, R. (2019). Low blood lead levels and attention-deficit hyperactivity disorder in children: a systematic review and meta-analysis. *Environmental science and pollution research international*, *26*(18), 17875–17884. https://doi.org/10.1007/s11356-017-9799-2

84. Hehua, Z., Qing, C., Shanyan, G., Qijun, W., & Yuhong, Z. (2017). The impact of prenatal exposure to air pollution on childhood wheezing and asthma: A systematic review. *Environmental research*, *159*, 519–530. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.038

85. Herbst, A. L., Ulfelder, H., & Poskanzer, D. C. (1971). Adenocarcinoma of the vagina. Association

of maternal stilbestrol therapy with tumor appearance in young women. *The New England journal of medicine*, *284*(15), 878–881. https://doi.org/10.1056/NEJM197104222841604

86. Hoepner, L. A., Whyatt, R. M., Widen, E. M., Hassoun, A., Oberfield, S. E., Mueller, N. T., Diaz, D., Calafat, A. M., Perera, F. P., & Rundle, A. G. (2016). Bisphenol A and Adiposity in an Inner-City Birth Cohort. *Environmental health perspectives*, *124*(10), 1644–1650. https://doi.org/10.1289/EHP205

87. Høyer, B. B., Ramlau-Hansen, C. H., Henriksen, T. B., Pedersen, H. S., Góralczyk, K., Zviezdai, V., Jönsson, B. A., Heederik, D., Lenters, V., Vermeulen, R., Bonde, J. P., & Toft, G. (2014). Body mass index in young school-age children in relation to organochlorine compounds in early life: a prospective study. *International journal of obesity (2005)*, *38*(7), 919–925. https://doi.org/10.1038/ijo.2014.58

88. Huang, Y., Li, J., Garcia, J. M., Lin, H., Wang, Y., Yan, P., Wang, L., Tan, Y., Luo, J., Qiu, Z., Chen, J. A., & Shu, W. (2014). Phthalate levels in cord blood are associated with preterm delivery and fetal growth parameters in Chinese women. *PloS one*, *9*(2), e87430. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087430

89. Impinen, A., Nygaard, U. C., Lødrup Carlsen, K. C., Mowinckel, P., Carlsen, K. H., Haug, L. S., & Granum, B. (2018). Prenatal exposure to perfluoralkyl substances (PFASs) associated with respiratory tract infections but not allergy- and asthma-related health outcomes in childhood. *Environmental research*, *160*, 518–523. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.012

90. Iszatt, N., Stigum, H., Verner, M. A., White, R. A., Govarts, E., Murinova, L. P., Schoeters, G., Trnovec, T., Legler, J., Pelé, F., Botton, J., Chevrier, C., Wittsiepe, J., Ranft, U., Vandentorren, S., Kasper-Sonnenberg, M., Klümper, C., Weisglas-Kuperus, N., Polder, A., Eggesbø, M., … OBELIX (2015). Prenatal and Postnatal Exposure to Persistent Organic Pollutants and Infant Growth: A Pooled Analysis of Seven European Birth Cohorts. *Environmental health perspectives*, *123*(7), 730–736. https://doi.org/10.1289/ehp.1308005

91. Johnson, P. I., Sutton, P., Atchley, D. S., Koustas, E., Lam, J., Sen, S., Robinson, K. A., Axelrad, D. A., & Woodruff, T. J. (2014). The Navigation Guide - evidence-based medicine meets environmental health: systematic review of human evidence for PFOA effects on fetal growth. *Environmental health perspectives*, *122*(10), 1028–1039. https://doi.org/10.1289/ehp.1307893

92. Julvez, J., Méndez, M., Fernandez-Barres, S., Romaguera, D., Vioque, J., Llop, S., Ibarluzea, J., Guxens, M., Avella-Garcia, C., Tardón, A., Riaño, I., Andiarena, A., Robinson, O., Arija, V., Esnaola, M., Ballester, F., & Sunyer, J. (2016). Maternal Consumption of Seafood in Pregnancy and Child Neuropsychological Development: A Longitudinal Study Based on a Population With High Consumption Levels. *American journal of epidemiology*, *183*(3), 169–182. https://doi.org/10.1093/aje/kwv195

93. Jurewicz, J., & Hanke, W. (2011). Exposure to phthalates: reproductive outcome and children health. A review of epidemiological studies. *International journal of occupational medicine and environmental health*, *24*(2), 115–141. https://doi.org/10.2478/s13382-011-0022-2

94. Kajekar R. (2007). Environmental factors and developmental outcomes in the lung. *Pharmacology & therapeutics*, *114*(2), 129–145. https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2007.01.011

95. Kataria, A., Levine, D., Wertenteil, S., Vento, S., Xue, J., Rajendiran, K., Kannan, K., Thurman, J. M., Morrison, D., Brody, R., Urbina, E., Attina, T., Trasande, L., & Trachtman, H. (2017). Exposure to bisphenols and phthalates and association with oxidant stress, insulin resistance, and endothelial dysfunction in children. *Pediatric research*, *81*(6), 857–864. https://doi.org/10.1038/pr.2017.16

96. Khalil, N., Ebert, J. R., Honda, M., Lee, M., Nahhas, R. W., Koskela, A., Hangartner, T., & Kannan, K. (2018). Perfluoroalkyl substances, bone density, and cardio-metabolic risk factors in obese 8-12 year old children: A pilot study. *Environmental research*, *160*, 314–321. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.014

97. Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K., & Nieuwenhuijsen, M. (2017). Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environment international*, *100*, 1–31. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.012

98. Kim, B. M., Lee, B. E., Hong, Y. C., Park, H., Ha, M., Kim, Y. J., Kim, Y., Chang, N., Kim, B. N., Oh, S. Y., Yoo, M., & Ha, E. H. (2011). Mercury levels in maternal and cord blood and attained weight through the 24 months of life. *The Science of the total environment*, *410-411*, 26–33. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.060

99. Kim, E., Park, H., Park, E. A., Hong, Y. C., Ha, M., Kim, H. C., & Ha, E. H. (2016). Particulate matter and early childhood body weight. *Environment international*, *94*, 591–599. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.021

100. Kim, J. H., Park, Y., Kim, S. K., Moon, H. B., Park, J., Choi, K., & Kim, S. (2017). Timing of an accelerated body mass increase in children exposed to lead in early life: A longitudinal study. *The Science of the total environment*, *584-585*, 72–77. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.122

101. Kippler, M., Bottai, M., Georgiou, V., Koutra, K., Chalkiadaki, G., Kampouri, M., Kyriklaki, A., Vafeiadi, M., Fthenou, E., Vassilaki, M., Kogevinas, M., Vahter, M., & Chatzi, L. (2016). Impact of prenatal exposure to cadmium on cognitive development at preschool age and the importance of selenium and iodine. *European journal of epidemiology*, 31(11), 1123–1134. https://doi.org/10.1007/s10654-016-0151-9

102. Kondo K. (2000). Congenital Minamata disease: warnings from Japan's experience. *Journal of child neurology*, *15*(7), 458–464. https://doi.org/10.1177/088307380001500707

103. Koshy, T. T., Attina, T. M., Ghassabian, A., Gilbert, J., Burdine, L. K., Marmor, M., Honda, M., Chu, D. B., Han, X., Shao, Y., Kannan, K., Urbina, E. M., & Trasande, L. (2017). Serum perfluoroalkyl substances and cardiometabolic consequences in adolescents exposed to the World Trade Center disaster and a matched comparison group. *Environment international*, *109*, 128–135. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.003

104. Ku, H.Y., Su, P.H., Wen, H.J., Sun, H.L., Wang, C.J., Chen, H.Y., Jaakkola, J.J.k. & Wang, S.L. (2015). Prenatal and Postnatal Exposure to Phthalate Esters and Asthma: A 9-Year Follow-Up Study of a Taiwanese Birth Cohort. *PLoS One*, *10*(4), e0123309. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123309

105. La Merrill, M., & Birnbaum, L. S. (2011). Childhood obesity and environmental chemicals. *The Mount Sinai journal of medicine, New York*, *78*(1), 22–48. https://doi.org/10.1002/msj.20229

106. Lam, J., Lanphear, B. P., Bellinger, D., Axelrad, D. A., McPartland, J., Sutton, P., Davidson, L., Daniels, N., Sen, S., & Woodruff, T. J. (2017). Developmental PBDE Exposure and IQ/ADHD in Childhood: A Systematic Review and Meta-analysis. *Environmental health perspectives*, *125*(8), 086001. https://doi.org/10.1289/EHP1632

107. Lambert, K. A., Bowatte, G., Tham, R., Lodge, C., Prendergast, L., Heinrich, J., Abramson, M. J., Dharmage, S. C., & Erbas, B. (2017). Residential greenness and allergic respiratory diseases in children and adolescents - A systematic review and meta-analysis. *Environmental research*, *159*, 212–221. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.002

108. Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K., Baghurst, P., Bellinger, D. C., Canfield, R. L., Dietrich, K. N., Bornschein, R., Greene, T., Rothenberg, S. J., Needleman, H. L., Schnaas, L., Wasserman, G., Graziano, J., & Roberts, R. (2005). Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environmental health perspectives, 113(7), 894–899. https://doi.org/10.1289/ehp.7688

109. Lauritzen, H. B., Larose, T. L., Øien, T., Sandanger, T. M., Odland, J. Ø., van de Bor, M., & Jacobsen, G. W. (2018). Prenatal exposure to persistent organic pollutants and child overweight/obesity at 5-year follow-up: a prospective cohort study. *Environmental health : a global access science source*, *17*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0338-x

110. Lee, D. W., Kim, M. S., Lim, Y. H., Lee, N., & Hong, Y. C. (2018). Prenatal and postnatal exposure to di-(2-ethylhexyl) phthalate and neurodevelopmental outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Environmental research*, *167*, 558–566. https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.08.023

111. Li, J., Wang, H., Hao, J. H., Chen, Y. H., Liu, L., Yu, Z., Fu, L., Tao, F. B., & Xu, D. X. (2017). Maternal serum lead level during pregnancy is positively correlated with risk of preterm birth in a Chinese population. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *227*, 484–489. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.009

112. Li, M.C., Chen, C.H. & Guo, Y.L. (2017). Phthalate esters and childhood asthma: A systematic review and congener-specific meta-analysis. *Environ Pollut*. 229, 655-660.

113. Liao, K. W., Chang, C. H., Tsai, M. S., Chien, L. C., Chung, M. Y., Mao, I. F., Tsai, Y. A., & Chen, M. L. (2018). Associations between urinary total arsenic levels, fetal development, and neonatal birth outcomes: A cohort study in Taiwan. *The Science of the total environment*, *612*, 1373–1379. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.312

114. Liew, Z., Ritz, B., von Ehrenstein, O. S., Bech, B. H., Nohr, E. A., Fei, C., Bossi, R., Henriksen, T. B., Bonefeld-Jørgensen, E. C., & Olsen, J. (2015). Attention deficit/hyperactivity disorder

and childhood autism in association with prenatal exposure to perfluoroalkyl substances: a nested case-control study in the Danish National Birth Cohort. *Environmental health perspectives*, *123*(4), 367–373. https://doi.org/10.1289/ehp.1408412

115. Lind, D. V., Priskorn, L., Lassen, T. H., Nielsen, F., Kyhl, H. B., Kristensen, D. M., Christesen, H. T., Jørgensen, J. S., Grandjean, P., & Jensen, T. K. (2017). Prenatal exposure to perfluoroalkyl substances and anogenital distance at 3 months of age in a Danish mother-child cohort. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, *68*, 200–206. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2016.08.019

116. Liu, B., Jung, K. H., Horton, M. K., Camann, D. E., Liu, X., Reardon, A. M., Perzanowski, M. S., Zhang, H., Perera, F. P., Whyatt, R. M., & Miller, R. L. (2012). Prenatal exposure to pesticide ingredient piperonyl butoxide and childhood cough in an urban cohort. Environment international, 48, 156–161. https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.07.009

117. Liu, H., Lu, S., Zhang, B., Xia, W., Liu, W., Peng, Y., Zhang, H., Wu, K., Xu, S., & Li, Y. (2018). Maternal arsenic exposure and birth outcomes: A birth cohort study in Wuhan, China. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *236*, 817–823. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.012

118. Liu, Q., Xu, C., Ji, G., Liu, H., Shao, W., Zhang, C., Gu, A., & Zhao, P. (2017). Effect of exposure to ambient $PM_{2.5}$ pollution on the risk of respiratory tract diseases: a meta-analysis of cohort studies. *Journal of biomedical research*, *31*(2), 130–142. https://doi.org/10.7555/JBR.31.20160071

119. Llop, S., Ballester, F., Murcia, M., Forns, J., Tardon, A., Andiarena, A., Vioque, J., Ibarluzea, J., Fernández-Somoano, A., Sunyer, J., Julvez, J., Rebagliato, M., & Lopez-Espinosa, M. J. (2017). Prenatal exposure to mercury and neuropsychological development in young children: the role of fish consumption. *International journal of epidemiology*, *46*(3), 827–838. https://doi.org/10.1093/ije/dyw259

120. Lovasi, G. S., Schwartz-Soicher, O., Quinn, J. W., Berger, D. K., Neckerman, K. M., Jaslow, R., Lee, K. K., & Rundle, A. (2013). Neighborhood safety and green space as predictors of obesity among preschool children from low-income families in New York City. Preventive medicine, 57(3), 189–193. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.05.012

121. Lucas A. (1994). Role of nutritional programming in determining adult morbidity. *Archives of disease in childhood*, *71*(4), 288–290. https://doi.org/10.1136/adc.71.4.288

122. Luebke, R. W., Parks, C., & Luster, M. I. (2004). Suppression of immune function and susceptibility to infections in humans: association of immune function with clinical disease. *Journal of immunotoxicology*, *1*(1), 15–24. https://doi.org/10.1080/15476910490438342

123. Lumey, L. H., Stein, A. D., Kahn, H. S., van der Pal-de Bruin, K. M., Blauw, G. J., Zybert, P. A., & Susser, E. S. (2007). Cohort profile: the Dutch Hunger Winter families study. *International journal of epidemiology*, *36*(6), 1196–1204. https://doi.org/10.1093/ije/dym126

124. Luo, Y., McCullough, L. E., Tzeng, J. Y., Darrah, T., Vengosh, A., Maguire, R. L., Maity, A., Samuel-Hodge, C., Murphy, S. K., Mendez, M. A., & Hoyo, C. (2017). Maternal blood cadmium, lead and arsenic levels, nutrient combinations, and offspring birthweight. *BMC public health*, *17*(1), 354. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4225-8

125. Lyall, K., Croen, L. A., Sjödin, A., Yoshida, C. K., Zerbo, O., Kharrazi, M., & Windham, G. C. (2017). Polychlorinated Biphenyl and Organochlorine Pesticide Concentrations in Maternal Mid-Pregnancy Serum Samples: Association with Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability. *Environmental health perspectives*, *125*(3), 474–480. https://doi.org/10.1289/EHP277

126. MacIntyre, E. A., Gehring, U., Mölter, A., Fuertes, E., Klümper, C., Krämer, U., Quass, U., Hoffmann, B., Gascon, M., Brunekreef, B., Koppelman, G. H., Beelen, R., Hoek, G., Birk, M., de Jongste, J. C., Smit, H. A., Cyrys, J., Gruzieva, O., Korek, M., Bergström, A., … Heinrich, J. (2014). Air pollution and respiratory infections during early childhood: an analysis of 10 European birth cohorts within the ESCAPE Project. *Environmental health perspectives*, *122*(1), 107–113. https://doi.org/10.1289/ehp.1306755

127. Maitre, L., de Bont, J., Casas, M., Robinson, O., Aasvang, G. M., Agier, L., Andrušaitytė, S., Ballester, F., Basagaña, X., Borràs, E., Brochot, C., Bustamante, M., Carracedo, A., de Castro, M., Dedele, A., Donaire-Gonzalez, D., Estivill, X., Evandt, J., Fossati, S., Giorgis-Allemand, L., … Vrijheid, M. (2018). Human Early Life Exposome (HELIX) study: a European population-based exposome cohort. *BMJ open*, *8*(9), e021311. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021311

128. Manzano-Salgado, C. B., Casas, M., Lopez-Espinosa, M. J., Ballester, F., Iñiguez, C., Martinez, D., Romaguera, D., Fernández-Barrés, S., Santa-Marina, L., Basterretxea, M., Schettgen, T., Valvi,

D., Vioque, J., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2017). Prenatal Exposure to Perfluoroalkyl Substances and Cardiometabolic Risk in Children from the Spanish INMA Birth Cohort Study. *Environmental health perspectives*, *125*(9), 097018. https://doi.org/10.1289/EHP1330

129. McConnell, R., Shen, E., Gilliland, F. D., Jerrett, M., Wolch, J., Chang, C. C., Lurmann, F., & Berhane, K. (2015). A longitudinal cohort study of body mass index and childhood exposure to secondhand tobacco smoke and air pollution: the Southern California Children's Health Study. *Environmental health perspectives*, *123*(4), 360–366. https://doi.org/10.1289/ehp.1307031

130. Mendez, M. A., Garcia-Esteban, R., Guxens, M., Vrijheid, M., Kogevinas, M., Goñi, F., Fochs, S., & Sunyer, J. (2011). Prenatal organochlorine compound exposure, rapid weight gain, and overweight in infancy. *Environmental health perspectives*, *119*(2), 272–278. https://doi.org/10.1289/ehp.1002169

131. Miller, M. D., & Marty, M. A. (2010). Impact of environmental chemicals on lung development. *Environmental health perspectives*, *118*(8), 1155–1164. https://doi.org/10.1289/ehp.0901856

132. Milton, A. H., Hussain, S., Akter, S., Rahman, M., Mouly, T. A., & Mitchell, K. (2017). A Review of the Effects of Chronic Arsenic Exposure on Adverse Pregnancy Outcomes. *International journal of environmental research and public health*, *14*(6), 556. https://doi.org/10.3390/ijerph14060556

133. Minatoya, M., Araki, A., Nakajima, S., Sasaki, S., Miyashita, C., Yamazaki, K., Yamamoto, J., Matumura, T., & Kishi, R. (2017). Cord blood BPA level and child neurodevelopment and behavioral problems: The Hokkaido Study on Environment and Children's Health. *The Science of the total environment*, *607-608*, 351–356. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.060

134. Miyashita, C., Sasaki, S., Ikeno, T., Araki, A., Ito, S., Kajiwara, J., Todaka, T., Hachiya, N., Yasutake, A., Murata, K., Nakajima, T., & Kishi, R. (2015). Effects of in utero exposure to polychlorinated biphenyls, methylmercury, and polyunsaturated fatty acids on birth size. *The Science of the total environment*, *533*, 256–265. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.108

135. Mölter, A., Agius, R. M., de Vocht, F., Lindley, S., Gerrard, W., Lowe, L., Belgrave, D., Custovic, A., & Simpson, A. (2013). Long-term exposure to PM10 and NO2 in association with lung volume and airway resistance in the MAAS birth cohort. Environmental health perspectives, 121(10), 1232–1238. https://doi.org/10.1289/ehp.1205961

136. Morales, E., Garcia-Esteban, R., de la Cruz, O. A., Basterrechea, M., Lertxundi, A., de Dicastillo, M. D., Zabaleta, C., & Sunyer, J. (2015). Intrauterine and early postnatal exposure to outdoor air pollution and lung function at preschool age. *Thorax*, *70*(1), 64–73. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205413

137. Muñoz-Quezada, M. T., Lucero, B. A., Barr, D. B., Steenland, K., Levy, K., Ryan, P. B., Iglesias, V., Alvarado, S., Concha, C., Rojas, E., & Vega, C. (2013). Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review. *Neurotoxicology*, *39*, 158–168. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2013.09.003

138. Mustieles, V., Pérez-Lobato, R., Olea, N., & Fernández, M. F. (2015). Bisphenol A: Human exposure and neurobehavior. *Neurotoxicology*, *49*, 174–184. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2015.06.002

139. Naksen, W., Prapamontol, T., Mangklabruks, A., Chantara, S., Thavornyutikarn, P., Srinual, N., Panuwet, P., Ryan, P. B., Riederer, A. M., & Barr, D. B. (2015). Associations of maternal organophosphate pesticide exposure and PON1 activity with birth outcomes in SAWASDEE birth cohort, Thailand. *Environmental research*, *142*, 288–296. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.06.035

140. Nhung, N., Amini, H., Schindler, C., Kutlar Joss, M., Dien, T. M., Probst-Hensch, N., Perez, L., & Künzli, N. (2017). Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: A systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *230*, 1000–1008. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.07.063

141. Nordling, E., Berglind, N., Melén, E., Emenius, G., Hallberg, J., Nyberg, F., Pershagen, G., Svartengren, M., Wickman, M., & Bellander, T. (2008). Traffic-related air pollution and childhood respiratory symptoms, function and allergies. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, *19*(3), 401–408. https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31816a1ce3

142. Ode, A., Källén, K., Gustafsson, P., Rylander, L., Jönsson, B. A., Olofsson, P., Ivarsson, S. A., Lindh, C. H., & Rignell-Hydbom, A. (2014). Fetal exposure to perfluorinated compounds and

attention deficit hyperactivity disorder in childhood. *PloS one*, *9*(4), e95891. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095891

143. Okada, E., Sasaki, S., Kashino, I., Matsuura, H., Miyashita, C., Kobayashi, S., Itoh, K., Ikeno, T., Tamakoshi, A., & Kishi, R. (2014). Prenatal exposure to perfluoroalkyl acids and allergic diseases in early childhood. *Environment international*, *65*, 127–134. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.01.007

144. Orellano, P., Quaranta, N., Reynoso, J., Balbi, B., & Vasquez, J. (2017). Effect of outdoor air pollution on asthma exacerbations in children and adults: Systematic review and multilevel meta-analysis. *PloS one*, *12*(3), e0174050. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174050

145. Pan, S., Lin, L., Zeng, F., Zhang, J., Dong, G., Yang, B., Jing, Y., Chen, S., Zhang, G., Yu, Z., Sheng, G., & Ma, H. (2018). Effects of lead, cadmium, arsenic, and mercury co-exposure on children's intelligence quotient in an industrialized area of southern China. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *235*, 47–54. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.044

146. Parker-Lalomio, M., McCann, K., Piorkowski, J., Freels, S., & Persky, V. W. (2018). Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls and asthma, eczema/hay fever, and frequent ear infections. *The Journal of asthma: official journal of the Association for the Care of Asthma*, *55*(10), 1105–1115. https://doi.org/10.1080/02770903.2017.1396470

147. Pedersen, M., Giorgis-Allemand, L., Bernard, C., Aguilera, I., Andersen, A. M., Ballester, F., Beelen, R. M., Chatzi, L., Cirach, M., Danileviciute, A., Dedele, A., Eijsden, M. v., Estarlich, M., Fernández-Somoano, A., Fernández, M. F., Forastiere, F., Gehring, U., Grazuleviciene, R., Gruzieva, O., Heude, B., … Slama, R. (2013). Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *The Lancet. Respiratory medicine*, *1*(9), 695–704. https://doi.org/10.1016/S2213-2600(13)70192-9

148. Pennings, J. L., Jennen, D. G., Nygaard, U. C., Namork, E., Haug, L. S., van Loveren, H., & Granum, B. (2016). Cord blood gene expression supports that prenatal exposure to perfluoroalkyl substances causes depressed immune functionality in early childhood. *Journal of immunotoxicology*, *13*(2), 173–180. https://doi.org/10.3109/1547691X.2015.1029147

149. Perng, W., Watkins, D. J., Cantoral, A., Mercado-García, A., Meeker, J. D., Téllez-Rojo, M. M., & Peterson, K. E. (2017). Exposure to phthalates is associated with lipid profile in peripubertal Mexican youth. *Environmental research*, *154*, 311–317. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.033

150. Porpora, M. G., Piacenti, I., Scaramuzzino, S., Masciullo, L., Rech, F., & Benedetti Panici, P. (2019). Environmental Contaminants Exposure and Preterm Birth: A Systematic Review. *Toxics*, 7(1), 11. https://doi.org/10.3390/toxics7010011

151. Potestio, M. L., Patel, A. B., Powell, C. D., McNeil, D. A., Jacobson, R. D., & McLaren, L. (2009). Is there an association between spatial access to parks/green space and childhood overweight/obesity in Calgary, Canada?. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *6*, 77. https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-77

152. Qin, X. D., Qian, Z. M., Dharmage, S. C., Perret, J., Geiger, S. D., Rigdon, S. E., Howard, S., Zeng, X. W., Hu, L. W., Yang, B. Y., Zhou, Y., Li, M., Xu, S. L., Bao, W. W., Zhang, Y. Z., Yuan, P., Wang, J., Zhang, C., Tian, Y. P., Nian, M., … Dong, G. H. (2017). Association of perfluoroalkyl substances exposure with impaired lung function in children. *Environmental research*, *155*, 15–21. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.025

153. Raanan, R., Balmes, J. R., Harley, K. G., Gunier, R. B., Magzamen, S., Bradman, A., & Eskenazi, B. (2016). Decreased lung function in 7-year-old children with early-life organophosphate exposure. *Thorax*, *71*(2), 148–153. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-206622

154. Rabito, F. A., Kocak, M., Werthmann, D. W., Tylavsky, F. A., Palmer, C. D., & Parsons, P. J. (2014). Changes in low levels of lead over the course of pregnancy and the association with birth outcomes. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, *50*, 138–144. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2014.10.006

155. Rahman, A., Granberg, C., & Persson, L. Å. (2017). Early life arsenic exposure, infant and child growth, and morbidity: a systematic review. *Archives of toxicology*, *91*(11), 3459–3467. https://doi.org/10.1007/s00204-017-2061-3

156. Rahman, M. L., Valeri, L., Kile, M. L., Mazumdar, M., Mostofa, G., Qamruzzaman, Q., Rahman, M., Baccarelli, A., Liang, L., Hauser, R., & Christiani, D. C. (2017). Investigating causal relation between prenatal arsenic exposure and birthweight: Are smaller infants more susceptible?. *Environment international*, *108*, 32–40. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.026

157. Ramón, R., Ballester, F., Aguinagalde, X., Amurrio, A., Vioque, J., Lacasaña, M., Rebagliato, M., Murcia, M., & Iñiguez, C. (2009). Fish consumption during pregnancy, prenatal mercury exposure, and anthropometric measures at birth in a prospective mother-infant cohort study in Spain. *The American journal of clinical nutrition*, *90*(4), 1047–1055. https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27944

158. Rauch, S. A., Braun, J. M., Barr, D. B., Calafat, A. M., Khoury, J., Montesano, A. M., Yolton, K., & Lanphear, B. P. (2012). Associations of prenatal exposure to organophosphate pesticide metabolites with gestational age and birth weight. *Environmental health perspectives*, *120*(7), 1055–1060. https://doi.org/10.1289/ehp.1104615

159. Recio, A., Linares, C., Banegas, J. R., & Díaz, J. (2016). Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. *Environmental research*, *146*, 359–370. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.036

160. Robinson, O., Basagaña, X., Agier, L., de Castro, M., Hernandez-Ferrer, C., Gonzalez, J. R., Grimalt, J. O., Nieuwenhuijsen, M., Sunyer, J., Slama, R., & Vrijheid, M. (2015). The Pregnancy Exposome: Multiple Environmental Exposures in the INMA-Sabadell Birth Cohort. *Environmental science & technology*, *49*(17), 10632–10641. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01782

161. Rodosthenous, R. S., Burris, H. H., Svensson, K., Amarasiriwardena, C. J., Cantoral, A., Schnaas, L., Mercado-García, A., Coull, B. A., Wright, R. O., Téllez-Rojo, M. M., & Baccarelli, A. A. (2017). Prenatal lead exposure and fetal growth: Smaller infants have heightened susceptibility. Environment international, 99, 228–233. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.023

162. Rodrigues, E.G., Bellinger, D.C., Valeri, L., Hasan, M.O.S.I., Quamruzzaman, Q., Golam, M., Kile, M.L., Christiani, D.C., Wright, R.O. & Mazumdar, M. (2016). Neurodevelopmental outcomes among 2- to 3-year-old children in Bangladesh with elevated blood lead and exposure to arsenic and manganese in drinking water. *Environ Health*. 15, 44.

163. Rodríguez-Barranco, M., Gil, F., Hernández, A. F., Alguacil, J., Lorca, A., Mendoza, R., Gómez, I., Molina-Villalba, I., González-Alzaga, B., Aguilar-Garduño, C., Rohlman, D. S., & Lacasaña, M. (2016). Postnatal arsenic exposure and attention impairment in school children. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *74*, 370–382. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.12.018

164. Saha, K. K., Engström, A., Hamadani, J. D., Tofail, F., Rasmussen, K. M., & Vahter, M. (2012). Pre- and postnatal arsenic exposure and body size to 2 years of age: a cohort study in rural Bangladesh. Environmental health perspectives, 120(8), 1208–1214. https://doi.org/10.1289/ehp.1003378

165. Saillenfait, A. M., Ndiaye, D., & Sabaté, J. P. (2015). Pyrethroids: exposure and health effects--an update. *International journal of hygiene and environmental health*, *218*(3), 281–292. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.01.002

166. Sanders, A. P., Saland, J. M., Wright, R. O., & Satlin, L. (2018). Perinatal and childhood exposure to environmental chemicals and blood pressure in children: a review of literature 2007-2017. Pediatric research, 84(2), 165–180. https://doi.org/10.1038/s41390-018-0055-3

167. Schultz, E. S., Hallberg, J., Bellander, T., Bergström, A., Bottai, M., Chiesa, F., Gustafsson, P. M., Gruzieva, O., Thunqvist, P., Pershagen, G., & Melén, E. (2016). Early-Life Exposure to Traffic-related Air Pollution and Lung Function in Adolescence. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *193*(2), 171–177. https://doi.org/10.1164/rccm.201505-0928OC

168. Shah, P. S., Balkhair, T., & Knowledge Synthesis Group on Determinants of Preterm/LBW births (2011). Air pollution and birth outcomes: a systematic review. *Environment international*, *37*(2), 498–516. https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.10.009

169. Shao, W., Liu, Q., He, X., Liu, H., Gu, A., & Jiang, Z. (2017). Association between level of urinary trace heavy metals and obesity among children aged 6-19 years: NHANES 1999-2011. *Environmental science and pollution research international*, *24*(12), 11573–11581. https://doi.org/10.1007/s11356-017-8803-1

170. Shaw, G. M., Yang, W., Roberts, E. M., Kegley, S. E., Stevenson, D. K., Carmichael, S. L., & English, P. B. (2018). Residential Agricultural Pesticide Exposures and Risks of Spontaneous Preterm Birth. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, *29*(1), 8–21. https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000757

171. Shelton, J. F., Geraghty, E. M., Tancredi, D. J., Delwiche, L. D., Schmidt, R. J., Ritz, B., Hansen, R. L., & Hertz-Picciotto, I. (2014). Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. *Environmental health perspectives*, *122*(10), 1103–1109. https://doi.org/10.1289/ehp.1307044

172. Shoaff, J., Papandonatos, G.D., Calafat, A.M., Ye, X., Chen, A., Lanphear, B.P., Yolton, K. & Braun, J.B. (2017). Early-Life Phthalate Exposure and Adiposity at 8 Years of Age. *Environ Health Perspect*, *25*(9). https://doi.org/10.1289/EHP1022

173. Skröder, H., Hawkesworth, S., Moore, S. E., Wagatsuma, Y., Kippler, M., & Vahter, M. (2016). Prenatal lead exposure and childhood blood pressure and kidney function. *Environmental research*, *151*, 628–634. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.028

174. Slama, R., Ballester, F., Casas, M., Cordier, S., Eggesbø, M., Iniguez, C., Nieuwenhuijsen, M., Philippat, C., Rey, S., Vandentorren, S., & Vrijheid, M. (2014). Epidemiologic tools to study the influence of environmental factors on fecundity and pregnancy-related outcomes. *Epidemiologic reviews*, *36*(1), 148–164. https://doi.org/10.1093/epirev/mxt011

175. Slama, R., & Vrijheid, M. (2015). Some challenges of studies aiming to relate the Exposome to human health. *Occupational and environmental medicine*, *72*(6), 383–384. https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102546

176. Smit, L. A., Lenters, V., Høyer, B. B., Lindh, C. H., Pedersen, H. S., Liermontova, I., Jönsson, B. A., Piersma, A. H., Bonde, J. P., Toft, G., Vermeulen, R., & Heederik, D. (2015). Prenatal exposure to environmental chemical contaminants and asthma and eczema in school-age children. *Allergy*, *70*(6), 653–660. https://doi.org/10.1111/all.12605

177. Spanier, A.J., Fiorino, E.K. & Trasande, L., (2014) Bisphenol A exposure is associated with decreased lung function. *The Journal Pediatrics, 164*(6), 1403-1408. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.02.026

178. Spanier, A. J., Kahn, R. S., Kunselman, A. R., Schaefer, E. W., Hornung, R., Xu, Y., Calafat, A. M., & Lanphear, B. P. (2014). Bisphenol a exposure and the development of wheeze and lung function in children through age 5 years. *JAMA pediatrics*, *168*(12), 1131–1137. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.1397

179. Stacy, S. L., Papandonatos, G. D., Calafat, A. M., Chen, A., Yolton, K., Lanphear, B. P., & Braun, J. M. (2017). Early life bisphenol A exposure and neurobehavior at 8years of age: Identifying windows of heightened vulnerability. *Environment international*, *107*, 258–265. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.021

180. Stein, C. R., McGovern, K. J., Pajak, A. M., Maglione, P. J., & Wolff, M. S. (2016). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances and indicators of immune function in children aged 12-19 y: National Health and Nutrition Examination Survey. *Pediatric research*, *79*(2), 348–357. https://doi.org/10.1038/pr.2015.213

181. Stein, C. R., Savitz, D. A., & Bellinger, D. C. (2014). Perfluorooctanoate exposure in a highly exposed community and parent and teacher reports of behaviour in 6-12-year-old children. Paediatric and perinatal epidemiology, 28(2), 146–156. https://doi.org/10.1111/ppe.12097

182. Stieb, D. M., Chen, L., Eshoul, M., & Judek, S. (2012). Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environmental research*, *117*, 100–111. https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.05.007

183. Strain, J. J., Yeates, A. J., van Wijngaarden, E., Thurston, S. W., Mulhern, M. S., McSorley, E. M., Watson, G. E., Love, T. M., Smith, T. H., Yost, K., Harrington, D., Shamlaye, C. F., Henderson, J., Myers, G. J., & Davidson, P. W. (2015). Prenatal exposure to methyl mercury from fish consumption and polyunsaturated fatty acids: associations with child development at 20 mo of age in an observational study in the Republic of Seychelles. *The American journal of clinical nutrition*, *101*(3), 530–537. https://doi.org/10.3945/ajcn.114.100503

184. Strøm, M., Hansen, S., Olsen, S. F., Haug, L. S., Rantakokko, P., Kiviranta, H., & Halldorsson, T. I. (2014). Persistent organic pollutants measured in maternal serum and offspring neurodevelopmental outcomes--a prospective study with long-term follow-up. *Environment international*, *68*, 41–48. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.002

185. Su, C. T., Lin, H. C., Choy, C. S., Huang, Y. K., Huang, S. R., & Hsueh, Y. M. (2012). The relationship between obesity, insulin and arsenic methylation capability in Taiwan adolescents. *The Science of the total environment*, *414*, 152–158. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.10.023

186. Sunyer, J., & Dadvand, P. (2019). Pre-natal brain development as a target for urban air pollution. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, *125 Suppl 3*, 81–88. https://doi.org/10.1111/bcpt.13226

187. Tamayo-Uria, I., Maitre, L., Thomsen, C., Nieuwenhuijsen, M. J., Chatzi, L., Siroux, V., Aasvang, G. M., Agier, L., Andrusaityte, S., Casas, M., de Castro, M., Dedele, A., Haug, L. S., Heude, B., Grazuleviciene, R., Gutzkow, K. B., Krog, N. H., Mason, D., McEachan, R., Meltzer, H.

M., … Basagaña, X. (2019). The early-life exposome: Description and patterns in six European countries. *Environment international*, *123*, 189–200. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.067

188. Tang-Péronard, J. L., Andersen, H. R., Jensen, T. K., & Heitmann, B. L. (2011). Endocrine-disrupting chemicals and obesity development in humans: a review. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, *12*(8), 622–636. https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00871.x

189. Tang-Péronard, J. L., Heitmann, B. L., Andersen, H. R., Steuerwald, U., Grandjean, P., Weihe, P., & Jensen, T. K. (2014). Association between prenatal polychlorinated biphenyl exposure and obesity development at ages 5 and 7 y: a prospective cohort study of 656 children from the Faroe Islands. *The American journal of clinical nutrition*, *99*(1), 5–13. https://doi.org/10.3945/ajcn.113.066720

190. Tatsuta, N., Kurokawa, N., Nakai, K., Suzuki, K., Iwai-Shimada, M., Murata, K., & Satoh, H. (2017). Effects of intrauterine exposures to polychlorinated biphenyls, methylmercury, and lead on birth weight in Japanese male and female newborns. *Environmental health and preventive medicine*, *22*(1), 39. https://doi.org/10.1186/s12199-017-0635-6

191. Taylor, C. M., Emond, A. M., Lingam, R., & Golding, J. (2018). Prenatal lead, cadmium and mercury exposure and associations with motor skills at age 7 years in a UK observational birth cohort. Environment international, 117, 40–47. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.032

192. Taylor, C. M., Golding, J., & Emond, A. M. (2016). Blood mercury levels and fish consumption in pregnancy: Risks and benefits for birth outcomes in a prospective observational birth cohort. *International journal of hygiene and environmental health*, *219*(6), 513–520. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.05.004

193. Taylor, C. M., Tilling, K., Golding, J., & Emond, A. M. (2016). Low level lead exposure and pregnancy outcomes in an observational birth cohort study: dose-response relationships. *BMC research notes*, *9*, 291. https://doi.org/10.1186/s13104-016-2092-5

194. Taylor, K. W., Novak, R. F., Anderson, H. A., Birnbaum, L. S., Blystone, C., Devito, M., Jacobs, D., Köhrle, J., Lee, D. H., Rylander, L., Rignell-Hydbom, A., Tornero-Velez, R., Turyk, M. E., Boyles, A. L., Thayer, K. A., & Lind, L. (2013). Evaluation of the association between persistent organic pollutants (POPs) and diabetes in epidemiological studies: a national toxicology program workshop review. *Environmental health perspectives*, *121*(7), 774–783. https://doi.org/10.1289/ehp.1205502

195. Thayer, K. A., Heindel, J. J., Bucher, J. R., & Gallo, M. A. (2012). Role of environmental chemicals in diabetes and obesity: a National Toxicology Program workshop review. *Environmental health perspectives*, *120*(6), 779–789. https://doi.org/10.1289/ehp.1104597

196. Timmermann, C. A., Budtz-Jørgensen, E., Jensen, T. K., Osuna, C. E., Petersen, M. S., Steuerwald, U., Nielsen, F., Poulsen, L. K., Weihe, P., & Grandjean, P. (2017). Association between perfluoroalkyl substance exposure and asthma and allergic disease in children as modified by MMR vaccination. *Journal of immunotoxicology*, *14*(1), 39–49. https://doi.org/10.1080/1547691X.2016.1254306

197. Timmermann, C. A., Rossing, L. I., Grøntved, A., Ried-Larsen, M., Dalgård, C., Andersen, L. B., Grandjean, P., Nielsen, F., Svendsen, K. D., Scheike, T., & Jensen, T. K. (2014). Adiposity and glycemic control in children exposed to perfluorinated compounds. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, *99*(4), E608–E614. https://doi.org/10.1210/jc.2013-3460

198. Toledo-Corral, C. M., Alderete, T. L., Habre, R., Berhane, K., Lurmann, F. W., Weigensberg, M. J., Goran, M. I., & Gilliland, F. D. (2018). Effects of air pollution exposure on glucose metabolism in Los Angeles minority children. *Pediatric obesity*, *13*(1), 54–62. https://doi.org/10.1111/ijpo.12188

199. Vafeiadi, M., Georgiou, V., Chalkiadaki, G., Rantakokko, P., Kiviranta, H., Karachaliou, M., Fthenou, E., Venihaki, M., Sarri, K., Vassilaki, M., Kyrtopoulos, S. A., Oken, E., Kogevinas, M., & Chatzi, L. (2015). Association of Prenatal Exposure to Persistent Organic Pollutants with Obesity and Cardiometabolic Traits in Early Childhood: The Rhea Mother-Child Cohort (Crete, Greece). *Environmental health perspectives*, *123*(10), 1015–1021. https://doi.org/10.1289/ehp.1409062

200. Vafeiadi, M., Roumeliotaki, T., Myridakis, A., Chalkiadaki, G., Fthenou, E., Dermitzaki, E., Karachaliou, M., Sarri, K., Vassilaki, M., Stephanou, E. G., Kogevinas, M., & Chatzi, L. (2016). Association of early life exposure to bisphenol A with obesity and cardiometabolic traits in childhood. *Environmental research*, *146*, 379–387. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.01.017

201. Valvi, D., Mendez, M. A., Garcia-Esteban, R., Ballester, F., Ibarluzea, J., Goñi, F., Grimalt, J. O., Llop, S., Marina, L. S., Vizcaino, E., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2014). Prenatal exposure to persistent organic pollutants and rapid weight gain and overweight in infancy. *Obesity (Silver Spring,*

Md.), *22*(2), 488–496. https://doi.org/10.1002/oby.20603

202. van Rossem, L., Rifas-Shiman, S. L., Melly, S. J., Kloog, I., Luttmann-Gibson, H., Zanobetti, A., Coull, B. A., Schwartz, J. D., Mittleman, M. A., Oken, E., Gillman, M. W., Koutrakis, P., & Gold, D. R. (2015). Prenatal air pollution exposure and newborn blood pressure. *Environmental health perspectives*, *123*(4), 353–359. https://doi.org/10.1289/ehp.1307419

203. van Wijngaarden, E., Thurston, S. W., Myers, G. J., Strain, J. J., Weiss, B., Zarcone, T., Watson, G. E., Zareba, G., McSorley, E. M., Mulhern, M. S., Yeates, A. J., Henderson, J., Gedeon, J., Shamlaye, C. F., & Davidson, P. W. (2013). Prenatal methyl mercury exposure in relation to neurodevelopment and behavior at 19 years of age in the Seychelles Child Development Study. Neurotoxicology and teratology, 39, 19–25. https://doi.org/10.1016/j.ntt.2013.06.003

204. Vejrup, K., Brantsæter, A. L., Knutsen, H. K., Magnus, P., Alexander, J., Kvalem, H. E., Meltzer, H. M., & Haugen, M. (2014). Prenatal mercury exposure and infant birth weight in the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *Public health nutrition*, *17*(9), 2071–2080. https://doi.org/10.1017/S1368980013002619

205. Verner, M. A., Loccisano, A. E., Morken, N. H., Yoon, M., Wu, H., McDougall, R., Maisonet, M., Marcus, M., Kishi, R., Miyashita, C., Chen, M. H., Hsieh, W. S., Andersen, M. E., Clewell, H. J., 3rd, & Longnecker, M. P. (2015). Associations of Perfluoroalkyl Substances (PFAS) with Lower Birth Weight: An Evaluation of Potential Confounding by Glomerular Filtration Rate Using a Physiologically Based Pharmacokinetic Model (PBPK). *Environmental health perspectives*, *123*(12), 1317–1324. https://doi.org/10.1289/ehp.1408837

206. Vibol, S., Hashim, J. H., & Sarmani, S. (2015). Neurobehavioral effects of arsenic exposure among secondary school children in the Kandal Province, Cambodia. *Environmental research*, *137*, 329–337. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.12.001

207. Vuong, A. M., Braun, J. M., Sjödin, A., Webster, G. M., Yolton, K., Lanphear, B. P., & Chen, A. (2016). Prenatal Polybrominated Diphenyl Ether Exposure and Body Mass Index in Children Up To 8 Years of Age. *Environmental health perspectives*, *124*(12), 1891–1897. https://doi.org/10.1289/EHP139

208. Wang, B., Liu, J., Liu, B., Liu, X., & Yu, X. (2018). Prenatal exposure to arsenic and neurobehavioral development of newborns in China. *Environment international*, *121*(Pt 1), 421–427. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.031

209. Wang, Y., Chen, L., Gao, Y., Zhang, Y., Wang, C., Zhou, Y., Hu, Y., Shi, R., & Tian, Y. (2016). Effects of prenatal exposure to cadmium on neurodevelopment of infants in Shandong, China. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, *211*, 67–73. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.038

210. Wasserman, G. A., Liu, X., Parvez, F., Factor-Litvak, P., Kline, J., Siddique, A. B., Shahriar, H., Uddin, M. N., van Geen, A., Mey, J. L., Balac, O., & Graziano, J. H. (2016). Child Intelligence and Reductions in Water Arsenic and Manganese: A Two-Year Follow-up Study in Bangladesh. Environmental health perspectives, 124(7), 1114–1120. https://doi.org/10.1289/ehp.1509974

211. Wigle, D. T., Arbuckle, T. E., Turner, M. C., Bérubé, A., Yang, Q., Liu, S., & Krewski, D. (2008). Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. *Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews*, *11*(5-6), 373–517. https://doi.org/10.1080/10937400801921320

212. Winans, B., Humble, M. C., & Lawrence, B. P. (2011). Environmental toxicants and the developing immune system: a missing link in the global battle against infectious disease?. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, *31*(3), 327–336. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2010.09.004

213. Winchester, P., Proctor, C., & Ying, J. (2016). County-level pesticide use and risk of shortened gestation and preterm birth. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, *105*(3), e107–e115. https://doi.org/10.1111/apa.13288

214. Wolff, M. S., Engel, S., Berkowitz, G., Teitelbaum, S., Siskind, J., Barr, D. B., & Wetmur, J. (2007). Prenatal pesticide and PCB exposures and birth outcomes. *Pediatric research*, *61*(2), 243–250. https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e31802d77f0

215. World Health Organization Regional Office for Europe, JRC European Commission, (2011). Burden of disease from environmenta noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: *World Health Organization*. https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/

216. World Health Organization Regional Office for Europe, (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region (2018). *Copenhagen: World Health Organization*.

217. Wu, W., Wu, P., Yang, F., Sun, D. L., Zhang, D. X., & Zhou, Y. K. (2018). Association of phthalate exposure with anthropometric indices and blood pressure in first-grade children. *Environmental science and pollution research international*, *25*(23), 23125–23134. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2447-7

218. Wu, Y., Sun, J., Wang, M., Yu, G., Yu, L., & Wang, C. (2018). The Relationship of Children's Intelligence Quotient and Blood Lead and Zinc Levels: a Meta-analysis and System Review. *Biological trace element research*, *182*(2), 185–195. https://doi.org/10.1007/s12011-017-1093-0

219. Xia, B., Zhu, Q., Zhao, Y., Ge, W., Zhao, Y., Song, Q., Zhou, Y., Shi, H., & Zhang, Y. (2018). Phthalate exposure and childhood overweight and obesity: Urinary metabolomic evidence. *Environment international*, *121*(Pt 1), 159–168. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.001

220. Yang, T. C., Peterson, K. E., Meeker, J. D., Sánchez, B. N., Zhang, Z., Cantoral, A., Solano, M., & Tellez-Rojo, M. M. (2017). Bisphenol A and phthalates in utero and in childhood: association with child BMI z-score and adiposity. *Environmental research*, *156*, 326–333. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.038

221. Zeng, X., Xu, X., Qin, Q., Ye, K., Wu, W., & Huo, X. (2019). Heavy metal exposure has adverse effects on the growth and development of preschool children. *Environmental geochemistry and health*, *41*(1), 309–321. https://doi.org/10.1007/s10653-018-0114-z

222. Zeng, X. W., Qian, Z., Emo, B., Vaughn, M., Bao, J., Qin, X. D., Zhu, Y., Li, J., Lee, Y. L., & Dong, G. H. (2015). Association of polyfluoroalkyl chemical exposure with serum lipids in children. *The Science of the total environment*, *512-513*, 364–370. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.042

223. Zeng, X. W., Qian, Z. M., Vaughn, M. G., Nelson, E. J., Dharmage, S. C., Bowatte, G., Perret, J., Chen, D. H., Ma, H., Lin, S., de Foy, B., Hu, L. W., Yang, B. Y., Xu, S. L., Zhang, C., Tian, Y. P., Nian, M., Wang, J., Xiao, X., Bao, W. W., … Dong, G. H. (2017). Positive association between short-term ambient air pollution exposure and children blood pressure in China-Result from the Seven Northeast Cities (SNEC) study. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, *224*, 698–705. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.054

224. Zhang, A., Hu, H., Sánchez, B. N., Ettinger, A. S., Park, S. K., Cantonwine, D., Schnaas, L., Wright, R. O., Lamadrid-Figueroa, H., & Tellez-Rojo, M. M. (2012). Association between prenatal lead exposure and blood pressure in children. *Environmental health perspectives*, *120*(3), 445–450. https://doi.org/10.1289/ehp.1103736

225. Zhang, M., Mueller, N. T., Wang, H., Hong, X., Appel, L. J., & Wang, X. (2018). Maternal Exposure to Ambient Particulate Matter ≤2.5 μm During Pregnancy and the Risk for High Blood Pressure in Childhood. *Hypertension (Dallas, Tex. : 1979)*, *72*(1), 194–201. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10944

226. Zhang, Y. W., Gao, H., Mao, L. J., Tao, X. Y., Ge, X., Huang, K., Zhu, P., Hao, J. H., Wang, Q. N., Xu, Y. Y., Jin, Z. X., Sheng, J., Xu, Y. Q., Yan, S. Q., Tao, X. G., & Tao, F. B. (2018). Effects of the phthalate exposure during three gestation periods on birth weight and their gender differences: A birth cohort study in China. *The Science of the total environment*, *613-614*, 1573–1578. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.319

227. Zhao, X., Peng, S., Xiang, Y., Yang, Y., Li, J., Shan, Z., & Teng, W. (2017). Correlation between Prenatal Exposure to Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) and Infant Birth Outcomes: A Meta-Analysis and an Experimental Study. International journal of environmental research and public health, 14(3), 268. https://doi.org/10.3390/ijerph14030268

228. Zhou, A., Chang, H., Huo, W., Zhang, B., Hu, J., Xia, W., Chen, Z., Xiong, C., Zhang, Y., Wang, Y., Xu, S., & Li, Y. (2017). Prenatal exposure to bisphenol A and risk of allergic diseases in early life. *Pediatric research*, *81*(6), 851–856. https://doi.org/10.1038/pr.2017.20

229. Zhou, Y., Hu, L. W., Qian, Z. M., Geiger, S. D., Parrish, K. L., Dharmage, S. C., Campbell, B., Roponen, M., Jalava, P., Hirvonen, M. R., Heinrich, J., Zeng, X. W., Yang, B. Y., Qin, X. D., Lee, Y. L., & Dong, G. H. (2017). Interaction effects of polyfluoroalkyl substances and sex steroid hormones on asthma among children. *Scientific reports*, *7*(1), 899. https://doi.org/10.1038/s41598-017-01140-5

230. Zhu, M., Fitzgerald, E. F., Gelberg, K. H., Lin, S., & Druschel, C. M. (2010). Maternal low-level lead exposure and fetal growth. *Environmental health perspectives*, *118*(10), 1471–1475. https://doi.org/10.1289/ehp.0901561

4. Desde la prevención de neurotóxicos ambientales, a la promoción del neurodesarrollo infantil

Aritz Aranbarri

PhD Neuropsicólogo clínico infantil. Facultativo especializado en TEA y neurodesarrollo temprano. UnimTEA - Unidad multidisciplinar del Trastorno del Espectro del Autismo. Área de Salud Mental. Servicio de Psiquiatría y Psicología Infantil y Juvenil. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona e Institut de Recerca Sant Joan de Déu.

Marcelo Andrade

Pediatra consultor responsable de consultas externas de Pediatría General del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Referente Clínico del Programa Vincles amb Primària del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Cuando hablamos de neurodesarrollo, nos referimos al desarrollo del cerebro que, si bien ocurre durante toda la vida, es un proceso que se da más intensamente durante la etapa prenatal (antes de nacer), la niñez (sobre todo los primeros cinco años de vida) y la adolescencia, siendo el modo en que nuestro organismo consigue adaptarse al medio que le rodea.

Cuando nos referimos a los trastornos del neurodesarrollo, nos referimos a aquellas alteraciones del curso "típico" del desarrollo cerebral, que pueden afectar al desarrollo de habilidades como hablar, andar u otras habilidades motoras que nos permiten movernos en el espacio o coordinar nuestros movimientos, atender, socializarnos, entre otros. Estas habilidades en términos generales nos permiten poder aprender y responder en los distintos ámbitos de la vida cotidiana: hogar, escuela-trabajo y sociedad.

Por ello, el cuidado y la promoción del neurodesarrollo infantil son de suma importancia, ya que las consecuencias de las alteraciones de su desarrollo determinan consecuencias no solo individuales, sino también familiares y sociales, debido al impacto socioeconómico y sanitario que generan.

Aproximadamente el 20 % de los menores de dieciocho años presenta alguna alteración o dificultad asociada al neurodesarrollo.

Cada vez se detectan con más frecuencia alteraciones del neurodesarrollo en niños, niñas y adolescentes. Se estima que aproximadamente el 20 % de los menores de dieciocho años presenta alguna alteración o dificultad asociada al neurodesarrollo. Estas alteraciones suelen ser el resultado de complejas interacciones entre factores ambientales y genéticos, principalmente en periodos de alta vulnerabilidad como la etapa prenatal y los primeros años de vida. En los últimos años, numerosos estudios científicos destacan el papel que desempeñan los contaminantes ambientales en el aumento de la prevalencia de este tipo de trastornos.

Estudios realizados tanto con animales como con seres humanos han demostrado que una variedad de sustancias químicas (en su mayoría de origen industrial), encontradas tanto en nuestros entornos naturales como en nuestros hogares pueden interaccionar con nuestra herencia genética y contribuir a distintas alteraciones del neurodesarrollo. Estos estudios parten primero de recoger cuánto de lo que estamos expuestos entra en nuestro organismo (estudiando los niveles químicos a los que estamos expuestos en agua, aire, alimentos y materiales con los que interaccionamos, y luego medir estas mismas sustancias en sangre). Esto permite estudiar la relación de estos niveles (por ejemplo, niveles de mercurio en sangre del cordón umbilical del recién nacido) con el efecto en el neurodesarrollo en los primeros años de vida (por ejemplo, el inicio del lenguaje).

El entorno familiar y social es fundamental para que los niños, niñas y jóvenes alcancen el máximo potencial desde el punto de vista del neurodesarrollo, y las habilidades que se desarrollarán con ello para responder al medio. El desarrollo de estas habilidades se relaciona no solo con el buen estado nutricional, sino también con las experiencias socioemocionales, el acceso a contextos enriquecidos y materiales estimulantes, así como el grado de exposición a sustancias neurotóxicas.

La prevención de los efectos de los tóxicos ambientales es un punto trascendente para el futuro de nuestra especie, y de forma más inmediata, para la salud del neurodesarrollo de las siguientes generaciones. En este tiempo de cambios tan rápidos es imperativo unir esfuerzos, deseos y compromisos de la sociedad en su conjunto para crear un futuro mejor para nuestros hijos e hijas preservando la salud del medio ambiente.

Entendamos el origen de la preocupación por la salud ambiental y su importancia en la infancia

¿Cuándo nos empezaron a preocupar los tóxicos ambientales que pueden afectar al desarrollo infantil? (breve historia).

En 1962, la zoóloga estadounidense Rachel L. Carson, en su libro *Primavera silenciosa* (traducido del inglés *Silent Spring*), esa primavera en la que se dejarán de escuchar a los pájaros cantar, denuncia el devastador efecto de la producción y dispersión masiva de plaguicidas organoclorados en las plantas, los animales y los seres humanos. En su trabajo, Carson explica el efecto en cadena que tiene el uso de productos químicos (industriales y domésticos) diseñados para matar insectos y roedores, propagados por el agua, el aire y el suelo, y que entran en plantas, así como en la cadena alimentaria de los animales y los seres humanos, sin ningún control ambiental. En la misma línea, Theodor Colborn, Dianne Dumanoski y John Peterson Myers (1996), en su libro divulgativo *Nuestro futuro robado* (traducido del inglés, *Our Stolen Future*), informaron sobre los efectos adversos asociados al uso de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y su interferencia con el sistema hormonal en el desarrollo fetal. Con ese título los autores simbolizaron cómo el efecto de los productos químicos creados restaría fertilidad, inteligencia y salud a las generaciones futuras, afectando el potencial y desarrollo del cerebro (neurodesarrollo) de las próximas generaciones.

En los últimos años numerosos estudios científicos destacan el papel que desempeñan los contaminantes ambientales en el aumento de la prevalencia de este tipo de trastornos.

A lo largo del siglo XX, hubo numerosos episodios de vertidos que generaron graves accidentes medioambientales y que confirmaron el efecto nocivo de diferentes compuestos químicos en la salud humana. Estos vertidos demostraron que a medida que los niveles tóxicos bajaban (según pasaba el tiempo desde el accidente medioambiental), podían no provocar efectos clínicos en población adulta, pero aun así seguir siendo tóxicos para la salud fetal e infantil, ilustrando la vulnerabilidad específica ligada al momento del desarrollo que existe durante el embarazo y la niñez ante el impacto de los tóxicos ambientales. Un ejemplo clásico de entre estos desastres medioambientales es el vertido industrial de mercurio en las vías fluviales de la Bahía de Minamata (Japón) en 1953. Los vertidos supusieron un envenenamiento masivo de la fauna marina con metilmercurio (compuesto derivado del mercurio cuando este entra en contacto con el agua). Además de las numerosas muertes de animales y seres humanos, surgió la enfermedad de Minamata, que presentaba síntomas neurológicos motores, alteraciones sensoriales, deterioro de los sentidos de la vista y el oído, e incluso parálisis cerebral. Más tarde, cuando los efectos de los vertidos parecían haber remitido, se empezó a describir una variante de la enfermedad de Minamata "fetal", donde los niños y niñas que habían sido expuestos a pescado contaminado a través de la dieta de sus madres durante el embarazo, nacían con diversas alteraciones neurológicas descritas entre los adultos afectados de la enfermedad de Minamata al inicio del vertido. Esto supuso una de las primeras evidencias de cómo puede haber tóxicos ambientales en niveles que parecen no ser clínicamente perjudiciales para los adultos, pero sí para el feto o niños pequeños en fases de desarrollo donde el organismo se presenta vulnerable ante el impacto de esos tóxicos en su desarrollo saludable, pudiendo manifestarse alteraciones del neurodesarrollo en el recién nacido o en los primeros años de vida.

El cerebro en desarrollo es mucho más susceptible al daño causado por los agentes tóxicos que el cerebro de una persona adulta.

La vulnerabilidad prenatal y postnatal temprana del cerebro en desarrollo *(neurodesarrollo temprano)*.

El cerebro en desarrollo es mucho más susceptible al daño causado por los agentes tóxicos que el cerebro de una persona adulta. El cerebro es un órgano muy delicado debido a su naturaleza particular, lo que puede conducir a una alta vulnerabilidad frente a la exposición química durante el desarrollo cerebral prenatal y postnatal temprano. La exposición química podría causar una alteración del desarrollo cerebral incluso a una dosis mucho menor que la que afecta al funcionamiento del cerebro de un adulto.

La etapa prenatal y los primeros años de vida constituyen un período crítico para el desarrollo de las capacidades cognitivas, del lenguaje, sociales, emocionales y motoras. Los primeros mil días de vida incluyen esta etapa de mayor vulnerabilidad que va desde la concepción hasta los dos primeros años. Los mayores cambios en el cerebro se dan durante esta etapa. En este período de la vida el cerebro

experimenta un crecimiento único, su tamaño se duplica y el número de conexiones neuronales crece exponencialmente. Los neurocientíficos calculan que durante los primeros dos años de vida del ser humano se da una ratio de setecientas sinapsis (conexiones neuronales) por segundo.

Hoy en día se sabe que muchos metales atraviesan fácilmente la barrera placentaria (la barrera de la placenta que protege al feto), produciendo una exposición directa al feto durante el embarazo, y prueba de ello es que se encuentran concentraciones de estos metales en la sangre del cordón umbilical al nacer, que además son sustancialmente mayores que los encontrados en la sangre de sus madres durante el embarazo. Además, la barrera hematoencefálica (que es la barrera que protege al cerebro de la entrada de sustancias químicas-tóxicas), no se forma completamente hasta seis meses después del nacimiento, lo que abre una ventana directa de vulnerabilidad del cerebro en desarrollo, tanto en su desarrollo fetal, como postnatal temprano.

Además, los niños y niñas están más expuestos a los contaminantes ambientales que los adultos debido a sus características conductuales, dietéticas y fisiológicas. Por un lado, los niños consumen más alimentos que los adultos en relación con su peso, lo mismo ocurre con el volumen de aire que respiran o la cantidad de agua que beben. Esto significa que la dosis de un compuesto químico específico (cantidad de la sustancia química dividida por el peso) es mayor para los niños en desarrollo que para un adulto. Algo a tener en cuenta es que los niños están en mayor contacto con la tierra, el polvo, el suelo y los juguetes en diferentes lugares como el hogar, los jardines, la playa o el jardín de infancia, como parte de su comportamiento exploratorio, incluyendo actividades de degustación de mano a boca. Por otro lado, los sistemas metabólico, inmunológico, respiratorio y de excreción de los niños aún no están completamente desarrollados y, en consecuencia, la reacción del organismo a los efectos adversos del medioambiente puede conducir a un daño transitorio o permanente que no se produciría en un organismo adulto ante la exposición al mismo tóxico.

Por otro lado, en los países en vías de desarrollo, donde las regulaciones medioambientales todavía no se han desarrollado, la exposición a agentes químicos medioambientales en agua, suelo agrario, alimentación y aire puede ser aún mayor. En estos países, al igual que ocurre en las regiones o residencias más deprimidas y marginales de los países desarrollados, tiene lugar también una acumulación de factores de riesgo susceptible de afectar el potencial de neurodesarrollo. En las familias donde existe una escasez de recursos de todo tipo, existe también una mayor probabilidad de escasez nutricional (tanto durante el embarazo, como durante la infancia), de exposición a alcohol y tabaco durante el embarazo, mayor exposición a agentes tóxicos por cercanía de zonas industriales e infraestructuras urbanas poco rehabilitadas, menor acceso a entornos educativos enriquecidos y de calidad, mayor tasa de dificultades entorno a la salud mental de los progenitores etc., lo que lleva a una mayor exposición a diversos factores de

riesgo tanto ambientales, como psicosociales capaces de tener un impacto sobre el neurodesarrollo ya estudiado por innumerables estudios científicos. Hoy en día, además, sabemos que el neurodesarrollo global saludable no solo necesita un contexto ambiental enriquecido con materiales/juguetes estimulantes, sino que como mamíferos sociales necesita además de una importante dosis de cuidado con afecto seguro, lo que no solo influye en el desarrollo de habilidades socioemocionales, sino incluso en capacidades atencionales o de memoria (capacidades cognitivas).

Son numerosos los estudios que han investigado cómo una situación adversa durante la niñez se asocia con dificultades de salud tanto física como emocional en la adultez y determina una situación cíclica de pobreza con implicaciones medioambientales, nutricionales, físicas, emocionales, conductuales, sociales, educativas y laborales.

El concepto de *"neurotoxicidad del desarrollo"*. ¿Por qué es la infancia más vulnerable al medio ambiente?

El término de "*neurotoxicidad del desarrollo*" se refiere a la capacidad de que ciertos tóxicos (o niveles de estos) puedan no afectar de forma evidente a un cerebro maduro, pero sí a un cerebro en desarrollo. Por lo tanto, existe un mayor riesgo de que ciertos tóxicos puedan interaccionar con factores genéticos y aumentar la prevalencia de patologías del neurodesarrollo en períodos prenatales o postnatales tempranos.

Además, cuando acuñamos el término de "*neurotoxicidad del desarrollo*", no solo hacemos referencia al efecto clínico que este puede tener sobre los niños y niñas en sus primeros años de vida, sino también en el efecto subclínico que supone un descenso del potencial de desarrollo que esto pueda conllevar a toda una población y asociada a la exposición de determinados niveles de contaminación. En otras palabras, la contaminación química industrial ha sido declarada por los neuroepidemiólogos ambientales como "*La pandemia silenciosa global de la toxicidad del neurodesarrollo*" (original del inglés "*The global silent pandemic of neurodevelopmental toxicity*").

Si analizamos esta declaración, el término "global" hace referencia a que la neurotoxicidad del desarrollo no es un problema de una región o de un país, sino de todo el planeta. El término de "pandemia silenciosa" hace referencia al número de habitantes afectados (superando la epidemia), y al efecto sutil y silencioso de niveles bajos de toxicidad, que, sin crear enfermedades propias de un desastre medioambiental, suponen niveles residuales bajos que se extienden masivamente por todo el medio ambiente, lo que lleva también a un efecto subclínico (alteraciones que no llegan a ser clínicamente relevantes en un solo individuo) en una población muy diversa y extensa. Esto supone que cuanto mayor es la población expuesta, mayor es la diversidad de vulnerabilidades de esa población,

tanto a nivel genético como a nivel psicosocial, lo que en consecuencia puede disminuir y/o rebajar el potencial del neurodesarrollo de toda una población.

En la actualidad se han detectado más de doscientos químicos industriales en sangre de cordón umbilical de recién nacidos, de los cuales doce han sido probados en estudios epidemiológicos como neurotóxicos del desarrollo según una revisión publicada en *The Lancet* en el 2014. Esto supone que la neurotoxicidad de estos compuestos químicos ha sido probada en exposición prenatal incluso en las dosis detectables más bajas que se habían considerado seguras para población adulta. Debemos tener en cuenta, además, que a pesar de que la mayoría de los estudios investiguen los efectos de cada químico por separado, la población de embarazadas y niños pequeños están expuestos a un universo de compuestos químicos potencialmente neurotóxicos, tanto desde el aire, el agua, como el suelo, que generan una especie de "cóctel químico" en baja dosis, a los que se expone a toda la población. Es por esto que la salud pública ambiental se ocupa con inversiones millonarias del seguimiento y estudio a nivel internacional de estas exposiciones a bajas dosis, pues en su conjunto pueden generar un impacto todavía no bien conocido sobre una población general de niños y niñas desde sus primeros años de vida.

Se han detectado más de 200 químicos industriales en sangre de cordón umbilical de recién nacidos, de los cuales 12 han sido probados como neurotóxicos del desarrollo.

Neurotóxicos ambientales susceptibles de afectar al neurodesarrollo

Entre las sustancias neurotóxicas ambientales se incluyen metales como plomo, mercurio, manganeso y cadmio, metaloides como arsénico, pesticidas y sustancias químicas sintéticas que actúan como disruptores endocrinos, además de las distintas partículas en suspensión categorizadas dentro de los contaminantes atmosféricos. El plomo y el mercurio son los neurotóxicos ambientales del neurodesarrollo más estudiados y reconocidos.

El plomo es un metal altamente tóxico cuya presencia en el ambiente ha aumentado significativamente en el último siglo. La intoxicación por plomo es una enfermedad ambiental frecuente y prevenible. Las principales fuentes de contaminación son los desechos industriales, las obras en demolición, las pinturas, las cerámicas y los acumuladores de automóviles. Hasta los primeros años de este siglo una de las principales fuentes de contaminación fue la gasolina. La venta de gasolina con plomo se prohibió en España en el año 2001. Por medio de la contaminación del suelo, el aire y el agua, el plomo afecta a todos los seres vivos. La exposición aguda produce dolor abdominal, vómitos, diarrea, insuficiencia renal, hipertensión arterial, convulsiones, coma e incluso la muerte. Más frecuentemente, la exposición crónica y a bajas dosis puede producir afectación del neurodesarrollo y de otros órganos. Puede causar disminución del coeficiente intelectual,

problemas del aprendizaje, déficit de atención, hiperactividad, alteración de la memoria, depresión, ansiedad, alteraciones conductuales, anemia, dolor abdominal crónico, falta de apetito, retraso del crecimiento, retraso puberal, hipoacusia, alteraciones de la visión y alteraciones renales. También se ha asociado con disminución de la fertilidad masculina, abortos espontáneos, nacimientos prematuros y bajo peso al nacer.

El mercurio es un metal pesado que naturalmente se encuentra en yacimientos formando un compuesto denominado cinabrio o sulfuro de mercurio (sustancia compuesta en un 85 % por mercurio y un 15 % por azufre). Raramente en la naturaleza puede hallarse puro y de forma líquida. Tiene la propiedad de formar vapores incoloros e inodoros a temperatura ambiente. Una fuente natural de contaminación ambiental son las erupciones volcánicas. En contacto con el agua el mercurio inorgánico se transforma por acción de las bacterias en una forma orgánica y más tóxica denominada metilmercurio. El metilmercurio es un compuesto orgánico que se acumula en el tejido graso de animales. Ingresa a la cadena alimentaria a través del fitoplancton y zooplancton, pasa a los peces y se acumula en depredadores incluido el ser humano.

El mercurio contamina el aire, el agua y el suelo. Las fuentes de exposición más frecuentes son los compuestos fósiles, las lámparas fluorescentes y de bajo consumo, pilas, baterías, amalgamas dentales, material médico como termómetros y tensiómetros, algunos productos cosméticos, pinturas, tinturas, las actividades de minería, desechos electrónicos, funguicidas y el tejido graso de los pescados de gran tamaño. La intoxicación ocurre más frecuentemente a partir de la ingesta de pescado contaminado con metilmercurio. También puede ocurrir al inhalar los vapores o por ingestión. La exposición crónica al mercurio produce deterioro del lenguaje, la atención y la memoria. También puede causar retraso mental, cambios del carácter, alteraciones psicomotrices, visuales y auditivas. Al actuar como disruptor endocrino puede provocar alteraciones en la fertilidad, afectación de la tiroides, hipófisis y páncreas. Es considerado como potencialmente cancerígeno por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC).

Por contra, el etilmercurio es un conservante utilizado en la fabricación de vacunas y no se ha demostrado que sea tóxico para el ser humano.

El manganeso y el cadmio también se han asociado a trastornos del neurodesarrollo. El manganeso aún se utiliza en algunos países como antidetonante agregado a la gasolina. La exposición ocupacional en adultos se ha asociado a la enfermedad de Parkinson. Los fumadores activos y pasivos son quienes están más expuestos a la intoxicación por cadmio. La cantidad de cadmio que se absorbe al fumar un paquete de cigarrillos es de aproximadamente 1–3 µg.

El arsénico es un metaloide que contamina el suelo y el agua subterránea en muchas regiones del mundo. Se informaron de altas concentraciones de arsénico en

zonas de Argentina, Chile, México, Perú, Nicaragua, Costa Rica, Canadá, Estados Unidos, Vietnam, India, Bangladesh, Japón, Italia, Alemania y España (Galicia, Almería, Castellón, Asturias, Madrid y Lleida). Es un elemento que aparece de manera natural en el suelo, pero también por emisiones industriales. La principal fuente de exposición humana es la ingesta de agua y alimentos como el arroz. También ingresa a los organismos al respirar aire contaminado con polvo en suspensión. El arsénico es un conocido carcinógeno en tejidos como piel, pulmón, vejiga, hígado y riñón. También puede causar lesiones cutáneas, enfermedades cardiovasculares y diabetes. En niños se ha asociado a discapacidad intelectual (DI), alteraciones del lenguaje, sensoriales y con otras alteraciones de las funciones cerebrales más complejas.

Los pesticidas se usan en agricultura para favorecer la producción y también son utilizados en los hogares, escuelas y jardines para el control de plagas. Ciertos pesticidas aún se usan para tratar ectoparasitosis en niños, adultos y en mascotas que están en íntimo contacto con niños. Se han diseñado para controlar la proliferación de insectos (insecticidas), plantas (herbicidas), hongos (funguicidas) y roedores (rodenticidas). Muchos se utilizan como gases o vapores en fumigaciones. Son extremadamente tóxicos y por sus propiedades fisicoquímicas se distribuyen fácilmente por el ambiente y afectan no solo a la plaga para la cual son utilizados sino también a otros seres vivos y al ecosistema en general. Los pesticidas contaminan fácilmente el suelo y la atmósfera. Se han llegado

La intoxicación por pesticidas es una de las intoxicaciones más frecuentes en el mundo.

a encontrar residuos en la grasa de pingüinos que habitan la Antártida. La intoxicación por pesticidas, ya sea por exposición accidental o intencional, es una de las intoxicaciones más frecuentes en el mundo. Pueden producir efectos inmediatos o manifestarse a largo plazo. Varios estudios han comprobado que niños expuestos en etapa prenatal o en los primeros años de vida a pesticidas sufren distintas alteraciones del neurodesarrollo.

Los herbicidas bipiridilos se han asociado a enfermedad de Parkinson. Los órganofosforados y los organoclorados son insecticidas que se han propuesto como responsables de producir alteraciones del neurodesarrollo luego de la exposición prenatal y/o postnatal temprana. Muchos de estos agentes como el DDT han sido prohibidos. El DDT es un insecticida organoclorado que ha sido usado extensamente en el pasado para controlar insectos que afectaban la producción agrícola o transmitían enfermedades como la malaria y el tifus. Si bien ha sido prohibido, aún se utiliza en algunos países. Tanto el DDT como sus metabolitos permanecen por muchos años en el ambiente. Debido a la escasa degradación, los organoclorados se acumulan en la cadena alimenticia y se han llegado a encontrar en altas concentraciones en la sangre del cordón umbilical de niños recién nacidos de zonas altamente contaminadas, habiéndose asociado a alteraciones motoras y cognitivas en los primeros años de la vida.

Los disruptores endocrinos son sustancias que ingresan a los seres vivos y actúan como hormonas o bloquean los efectos de las mismas. Producen efectos negativos en la reproducción humana y de animales. Afectan a adultos y a su descendencia. Actúan a muy bajas dosis, persisten en el ambiente y viajan grandes distancias. Si bien metales y metaloides pueden actuar como disruptores endocrinos, a partir de las últimas décadas del siglo pasado aumentó la preocupación por los efectos hormonales de sustancias químicas sintéticas utilizadas habitualmente en la industria y en los hogares. Estas sustancias se encuentran en plásticos, pinturas, pegamentos, aislantes, limpiadores, aromatizantes, desinfectantes y plaguicidas. Los bifenilos policlorados (PCBs) son aceites sintéticos que han sido utilizados como aislantes para equipos electrónicos hasta la década de 1970. Estos compuestos están considerados por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como uno de los contaminantes más nocivos fabricados por el hombre. Si bien actualmente están prohibido en casi todo el mundo, los PCBs se encuentran ampliamente difundidos y, debido a la lenta y difícil degradación, persistirán en el ambiente durante siglos. Se han encontrado en diversos productos animales incluyendo pescados y mariscos. Las principales vías de contaminación son la respiración y la alimentación. Tienen la capacidad de atravesar la placenta y contaminar la leche materna. Estudios han demostrado una asociación entre la exposición prenatal y postnatal temprana a bajas dosis y alteraciones del neurodesarrollo en humanos. También se han asociado a cáncer, malformaciones, bajo peso al nacer, alteraciones emocionales, conductuales y endocrinas.

Otras sustancias químicas sintéticas como los polibromodifenilos (PBBs), los ftalatos, el bisfenol A, el tricloroetileno y las dioxinas también actúan como disruptores endocrinos. Los polibromodifenilos (PBBs) se utilizan para retardar la incineración de plásticos empleados en la fabricación de monitores, televisores, telas y espumas sintéticas. Los ftalatos se usan para flexibilizar el plástico y en perfumes, desodorantes, esmaltes de uñas, lacas para el cabello, juguetes, en la industria textil, en plaguicidas y repelentes.

El bisfenol A se ha utilizado por más de cincuenta años para fabricar envases plásticos y resinas epoxi utilizadas para recubrir el interior de latas de comida, tapas de botellas y tuberías de suministro de agua. También se utiliza en la fabricación de productos deportivos, dispositivos médicos, lentes orgánicas, CDs, DVDs y electrodomésticos. Algunos estudios han demostrado que tiene la capacidad de contaminar alimentos y bebidas contenidos en dichos envases. La exposición a bisfenol A (BPA) podría generar efectos adversos sobre el sistema endocrino y el neurodesarrollo. Algunas investigaciones también lo asocian con hipertensión arterial, la diabetes tipo 2 y otras enfermedades cardiovasculares. Aún no hay acuerdo científico acerca de si los niveles a los cuales están expuestos los alimentos y bebidas contenidos en envases son seguros para el ser humano. La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA)

Es recomendable utilizar productos libres de bisfenol A y evitar la exposición al calor del microondas y lavavajillas de productos que lo contengan, ya que las altas temperaturas podrían favorecer su difusión.

por el momento sostiene que el bisfenol A es seguro en los niveles encontrados en alimentos y bebidas, aunque este tema se encuentra en revisión constante. En la Unión Europea el bisfenol A está prohibido en biberones y en los envases contenedores de alimentos para niños menores de tres años. El tribunal General de la Unión Europea ha confirmado la inscripción del bisfenol A como «sustancia extremadamente preocupante» debido a sus «propiedades tóxicas» sobre todo para la reproducción humana. Debido a esta situación es recomendable utilizar productos libres de bisfenol A y evitar la exposición al calor en microondas y lavavajillas de productos que lo contengan, ya que las altas temperaturas podrían favorecer su transmisión a los alimentos.

El tricloroetileno es un líquido incoloro, no inflamable, de aroma y sabor dulce utilizado como solvente para eliminar grasa de objetos metálicos y como ingrediente en adhesivos, removedores de pintura y quitamanchas. Las dioxinas son compuestos obtenidos a partir de la combustión de residuos que contienen cloro. Son subproductos no deseados de numerosos procesos industriales tales como la fundición, el blanqueo de la pasta de papel y la fabricación de plaguicidas. También se producen en procesos naturales como las erupciones volcánicas y en los incendios forestales. La incineración incompleta de desechos sólidos y hospitalarios es una causa importante de liberación de dioxinas al medio ambiente.

Los residuos electrónicos (televisores, ordenadores, monitores, teléfonos celulares, teclados, ratones, impresoras, etc.) se han convertido en un problema de salud ambiental debido a la producción masiva y a una política de gestión de residuos insuficiente en muchos países. Se estima que la producción anual mundial de estos residuos oscila entre veinte y cincuenta millones de toneladas. Los residuos electrónicos contienen contaminantes orgánicos persistentes como polibromodifenilos (PBBs), ftalatos y dioxinas y otros agentes neurotóxicos como plomo, mercurio, cadmio y arsénico.

Contaminación atmosférica: a lo largo de este capítulo hemos mencionado múltiples contaminantes que pueden transportarse y suponer vías de exposición para la población a través del aire. Aunque muchos de estos contaminantes mencionados no son conocidos para la población general, la exposición a la contaminación atmosférica a modo genérico (quizá más conocida por su asociación al origen del tráfico rodado) ha empezado a ser un motivo de preocupación entre la opinión pública, sobre todo, en grandes capitales. Pero la población general asocia el riesgo de la contaminación atmosférica como algo específico de la salud respiratoria, y quizá no sean tan conocidos sus múltiples riesgos de salud en la población infantil en período de desarrollo.

Entre los contaminantes del aire, además de los mencionados, se encuentran partículas pequeñas en suspensión que al ser inhaladas por la población infantil puede afectar al desarrollo del cerebro (neurodesarrollo) según el nivel de concen-

tración al que se ven expuestos.

Cada vez son más los estudios epidemiológicos que han demostrado la asociación entre vivir en zonas de alta contaminación atmosférica (ejemplo: vivir en núcleos urbanos de alta concentración de tráfico o muy cerca de una autopista) y un menor desarrollo cognitivo y motor en los primeros años de vida. En esta misma línea de estudios, han encontrado que los niños y niñas que acuden a centros escolares con altos niveles de contaminación del aire procedente del tráfico rodado presentaban un rendimiento cognitivo más bajo. Otros estudios han querido ir más allá, intentando relacionar la asociación de la contaminación atmosférica con el riesgo de sintomatología o diagnóstico del autismo. Los estudios que han encontrado una relación entre el diagnóstico del autismo y la exposición al tráfico desde el embarazo y primeros años de vida provienen principalmente de California, uno de los estados de Estados Unidos con mayor densidad de tráfico. Sin embargo, otros estudios de origen europeo, donde se ha analizado la relación de niños sin diagnóstico, pero con mayor riesgo de sintomatología de autismo, no han llegado a resultados concluyentes.

El conocimiento actual acumulado nos lleva a concluir que existe un riesgo evidente de la contaminación atmosférica sobre el neurodesarrollo general, el cual interacciona con otros muchos factores a la hora de explicar su papel sobre el diagnóstico de trastornos clínicos del neurodesarrollo como el autismo, llevando a la necesidad de seguir estudiando esta área para entender mejor el papel de la contaminación.

En un esfuerzo de seguir contribuyendo a esta área de conocimiento, el Instituto de Salud Global de Barcelona, junto al Hospital Sant Joan de Déu Barcelona y otros hospitales, universidades e institutos de investigación, se está llevando a cabo el proyecto epidemiológico BiSC (*Barcelona Life Study Cohort*, más información aquí: https://www.projectebisc.org/es/inicio/), dirigido a conocer mejor cómo afecta la contaminación atmosférica de Barcelona sobre múltiples indicadores de la salud del desarrollo del bebé, incluyendo su neurodesarrollo desde edades tempranas.

Tóxicos de consumo habitual: por último, vale la pena recordar que sustancias de uso habitual como la nicotina del cigarrillo, el alcohol etílico de las bebidas alcohólicas y drogas de abuso como la cocaína y la marihuana tienen un efecto neurotóxico probado, suponiendo un claro riesgo durante la gestación o los primeros años de vida, e incluso a edades como la adolescencia, donde el cerebro está expuesto a numerosos cambios como parte del neurodesarrollo de la etapa de la pubertad, siendo susceptible de ser alterado y de generar alteraciones neuropsicológicas que pueden mantenerse en la adultez.

Sustancias de uso habitual como la nicotina del cigarrillo, el alcohol etílico de las bebidas alcohólicas y drogas de abuso como la cocaína y la marihuana tienen un efecto neurotóxico probado.

Espectro clínico de las alteraciones del neurodesarrollo

La complejidad de un cerebro en desarrollo implica un proceso impulsado genéticamente y modulado por factores sociales y ambientales que no solo requiere un desarrollo adecuado de las distintas áreas y estructuras cerebrales, sino también la propia interconexión del "*cableado neuronal*" que conforma un complejo órgano de sistemas. Las capacidades individuales del neurodesarrollo se interpretan a través de pruebas funcionales del desarrollo neuropsicológico que varían ámpliamente entre los seres humanos a lo largo de su desarrollo, con cambios más acentuado en los primeros cinco años de vida. Cada uno de nosotros presenta un perfil individual del desarrollo neuropsicológico con funciones más desarrolladas que otras. En general, a pesar de las diferencias, la mayoría de las personas tenemos capacidades promedio (dentro de la curva de normalidad de Gauss o dos desvíos estándar). Cuando algunas de estas capacidades se encuentran clínicamente disminuidas, aparecen alteraciones funcionales en la vida cotidiana. Según las funciones neuropsicológicas afectadas aparecen los distintos trastornos del neurodesarrollo. Una evaluación especializada del proceso del desarrollo neuropsicológico resulta crucial a la hora de detectar efectos sutiles (subclínicos) o más evidentes (clínicos) de la alteración de ese desarrollo, según lo esperado para la edad.

Los primeros intentos de estudiar las asociaciones entre exposición a agentes químicos contaminantes y el desarrollo neuropsicológico de los niños y niñas está registrado en la década de los setenta. Desde entonces, la investigación en epidemiología ambiental se ha centrado cada vez más en el cerebro humano en desarrollo, y en los efectos sutiles de los contaminantes sobre la salud pública infantil. Las funciones neuropsicológicas en desarrollo, aunque puedan ser exploradas ámpliamente por distintos especialistas pediátricos, su evaluación específica debe realizarse por neuropsicólogos infantiles especializados en la evaluación mediante pruebas psicométricas validadas para la edad infantil y el idioma de administración. Prueba de ello es, que cada vez son más los estudios epidemiológicos que cuentan con el perfil del neuropsicólogo clínico infantil para la evaluación del efecto de los contaminantes sobre el desarrollo de las distintas áreas neuro-psicológicas.

A continuación, y a modo ilustrativo, podemos resumir las funciones neuropsicológicas que se evalúan en distintas etapas del desarrollo, que irán incrementado su complejidad a medida que el cerebro va madurando. En cada una de estas áreas funcionales podemos tener fortalezas o debilidades que se pueden dividir conceptualmente en áreas de dominio motor, áreas cognitivas y áreas socioemocionales:

Área motora:

1. Motricidad fina
2. Motricidad gruesa

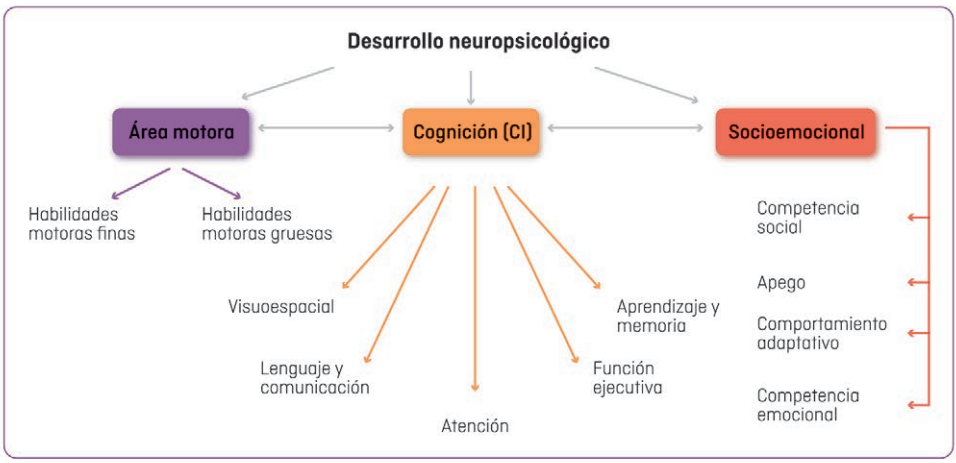
Área cognitiva (más estrechamente asociado a las capacidades intelectuales según su descripción más tradicional):

1. Aprendizaje y memoria
2. Atención
3. Lenguaje y comunicación
4. Visoespacial
5. Función ejecutiva

Área socioemocional:

1. Competencia social
2. Competencia emocional
3. Apego
4. Conducta adaptativa

Figura 9. Perfil funcional del desarrollo neuropsicológico. Fuente: adaptación de Forns J, Aranbarri A, Grellier J, Julvez J, Vrijheid M, Sunyer J. *A conceptual framework in the study of neuropsychological development in epidemiological studies. Neuroepidemiology.* 2012;38(4):203-8.



Es evidente que los trastornos del neurodesarrollo pueden incluir un amplio espectro de manifestaciones. Las dificultades pueden aparecer en una sola función o en más de una. A su vez las deficiencias pueden ser sutiles (subclínicas) o devastadoras (clínicamente discapacitantes). Si son sutiles las capacidades estarán algo disminuidas por debajo del promedio, pero dentro de la normalidad (variante normal: dentro de la curva de Gauss). A medida que las deficiencias en las funciones son mayores pueden pasar de presentar problemas de escasa gravedad (disfunciones no severas) entendidas como problema o dificultades o pasar a trastornos cuando las disfunciones son severas y generan interferencias clínicamente relevantes.

Figura 10. Evolución de las capacidades desde la variante normativa hasta convertirse en trastorno. Fuente: elaboración propia.

Los trastornos del neurodesarrollo en general surgen por alteraciones a nivel de los circuitos neuronales y las estructuras celulares y subcelulares. Aun no se conoce la base biológica específica de cada uno de estos trastornos, existiendo múltiples alteraciones neurobiológicas descubiertas, que únicamente consiguen explicar parcialmente las manifestaciones clínicas.

Los trastornos del neurodesarrollo suelen ser diagnosticados según distintos sistemas de clasificación. Una de las clasificaciones más utilizadas en la actualidad es el DSM-5 (acrónimo del inglés *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, en castellano Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, 5ª edición). El DSM-5 enumera los criterios clínicos que permiten el diagnóstico, desde una base estadística de los estudios acumulados hasta la fecha de publicación de cada edición, donde existe un apartado propio para los distintos trastornos del neurodesarrollo. Si bien esta clasificación presenta algunas carencias (por ejemplo, no diferencia las distintas manifestaciones esperables según la edad de desarrollo) también permite realizar una descripción más específica de las limitaciones de los niños y niñas con dificultades clínicamente relevantes, favoreciendo así la elección de estrategias que permitan individualizar el tratamiento a cada caso según la evidencia científica acumulada para cada diagnóstico y en el tratamiento de cada área funcional arriba descrita.

Con frecuencia, los trastornos del neurodesarrollo se presentan en forma superpuesta, es decir, en un mismo paciente pueden presentarse manifestaciones clínicas combinadas que son compatibles con distintos trastornos. Identificar cada uno de ellos, muchas veces solapados, es fundamental para realizar el tratamiento más individualizado a cada paciente y mejorar así el pronóstico. Además, es importante considerar que la coexistencia de dificultades emocionales, conductuales y psiquiátricas son frecuentes en las personas que presentan trastornos del neurodesarrollo, las cuales son responsables de generar una afectación adicional en la funcionalidad cotidiana y se pueden ir complejizando a lo largo del ciclo vital. A la hora de ilustrar y clasificar las distintas manifestaciones de los trastornos del neurodesarrollo, teniendo en cuenta tanto la clasificación del DSM-5, como la de los distintos estudios de la epidemiología ambiental, que intentan entender la asociación de estos trastornos con la mayor o menor exposición a contaminantes, podemos presentar a modo ilustrativo la siguiente clasificación de los trastornos del neurodesarrollo más frecuentes:

1. Discapacidad intelectual (DI) y retraso global del desarrollo
2. Trastorno del desarrollo del lenguaje (TDL)
3. Trastorno del espectro del autismo (TEA)
4. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)
5. Trastorno del aprendizaje (dislexia, discalcúlia etc.)
6. Trastorno de la coordinación motora

En un mismo paciente pueden presentarse manifestaciones clínicas combinadas que son compatibles con distintos trastornos del neurodesarrollo.

Si bien existe una predisposición genética a padecer estos trastornos del neurodesarrollo, los factores ambientales, muy probablemente actúen como desencadenantes de los mismos o empeoren sus manifestaciones. Un comité de expertos del consejo de investigación de Estados Unidos concluyó en el año 2000 que un mínimo del 25 % de los casos de patologías del neurodesarrollo eran causados por una interacción entre factores medioambientales y susceptibilidad genética.

Las personas con discapacidad intelectual (DI) presentan deficiencias cognitivas que afectan las capacidades intelectuales generales. Está afectado, en mayor o menor medida, el funcionamiento en los distintos ámbitos de la vida cotidiana: en el hogar, la escuela, el trabajo y la comunidad. La disminución de la capacidad cognitiva afecta el razonamiento, la resolución de problemas, la planificación, el pensamiento abstracto, el juicio y el aprendizaje. Estas limitaciones afectan la autonomía personal y la responsabilidad social. Se estima que aproximadamente el 1 % de la población general presenta discapacidad intelectual. La mayoría padece discapacidad intelectual leve. La discapacidad intelectual se diagnostica a partir de los cinco años de vida. En menores de esa edad, debido a las limitaciones de las pruebas diagnósticas y de la falta de predictibilidad de las pruebas de evaluación del desarrollo, es difícil predecir la probabilidad futura de padecerla si no

hay otros factores médicos asociados. Por este motivo, en menores de cinco años los pediatras y otros profesionales del neurodesarrollo temprano (ejemplos: neuropsicólogo infantil, neuropediatra, psiquiatra infantil, psicólogo clínico), suelen diagnosticar retraso global del desarrollo en aquellos niños que presentan riesgo de padecer capacidades cognitivas disminuidas o afectadas. Si bien los tóxicos ambientales de una intoxicación aguda pueden causar discapacidad intelectual, con frecuencia esta exposición es continuada y de niveles bajos, donde el daño producido es de menor magnitud y solo determinan el descenso de las capacidades cognitivas potenciales de una persona, sin tener relevancia clínica (salvo esos casos de intoxicación aguda). Ese descenso genera un impacto que puede pasar desapercibido en un niño o persona en particular, pero adquiere importancia a nivel comunitario/poblacional al determinar una disminución global de las capacidades cognitivas de la población de un lugar o país determinado.

Se diagnostica trastorno del desarrollo del lenguaje (TDL) en aquellos niños y niñas que tienen una dificultad en el desarrollo de la función del lenguaje, lo que les lleva a presentar dificultades para hablar y/o comprender el lenguaje hablado y en los cuales dichas dificultades no pueden atribuirse a problemas auditivos, neurológicos, discapacidad intelectual, retraso global del desarrollo y/o trastorno del espectro del autismo. Afecta aproximadamente entre el 6 y el 8 % de los niños de edad preescolar. Estos niños suelen tener un lenguaje muy por debajo de lo esperado para la edad. A mayor edad suelen tener dificultad para aprender palabras nuevas y desarrollar conversaciones. En la edad escolar pueden presentar problemas para la lectura y la escritura. El impacto del TDL suele persistir al menos en alguna medida también en la edad adulta.

Las personas con un trastorno del espectro del autismo (TEA) tienen déficits en la interacción y comunicación social, además de mostrar conductas, actividades e intereses restringidos y repetitivos. Los síntomas comienzan durante los primeros dos años de vida. El término espectro se refiere a la amplia gama de manifestaciones que las personas que padecen este trastorno pueden presentar y a los distintos grados de severidad de este cuadro. Algunos tienen discapacidad intelectual, lo cual ha pasado de ser un grupo mayoritario en el pasado, a la actualidad que se ha demostrado que es minoritario (ya que antes únicamente se detectaban los casos más graves), otros tienen importantes déficits del lenguaje, lo cual es más acentuado en los primeros años de vida, donde casi la mitad cursan con retrasos en los hitos del lenguaje. Por el contrario, muchas personas con un TEA tienen habilidades y capacidades destacadas en áreas concretas. Ejemplo de esto es que puedan tener la habilidad para recordar información muy detallada, con una retención de la información a muy largo plazo, y con un estilo de procesamiento de la información visual (en la mayoría de los casos). Asociando estas dos habilidades, pueden presentar una gran memoria visual. Aquí es importante destacar, que el diagnóstico de un TEA no debe de llevar a la creencia alimentada por populares series y películas, de que todas las personas con un TEA puedan desarrollar capacidades extraordinarias, de la misma manera que hoy sabemos que una mayoría

de casos pueden desarrollar un desarrollo intelecual y de lenguaje esperable para la edad y escolaridad.

El trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH) es un trastorno común en la infancia. Los niños y niñas con este trastorno tienen dificultades para concentrarse y mantener la atención. Algunos, además, tienden a la hiperactividad e impulsividad. Los niños con este cuadro tienen mayor interferencia en el rendimiento escolar, problemas de relación con los demás y dificultades para realizar otras actividades de la vida cotidiana. Los pacientes con TDAH pueden presentar otros trastornos asociados que de no ser tratados adecuadamente suelen empeorar su funcionalidad y pronóstico en la adolescencia. Un alto porcentaje de estos niños y niñas presenta trastornos de conducta, trastornos específicos del aprendizaje como dislexia o discalcúlia y trastornos motrices. Muchos adultos que padecen TDAH suelen presentar problemas relacionales en distintos contextos, tanto en el ámbito personal como laboral.

Las personas que presentan trastornos específicos del aprendizaje tienen problemas para leer (dislexia), escribir (digrafía) o realizar operaciones aritméticas (discalcúlia). Por lo demás son personas con un desarrollo intelectual dentro de la normalidad capaces de resolver exitosamente otras situaciones de la vida cotidiana. Frecuentemente padecen dificultades asociadas con la autopercepción y la autoestima, que ocasionalmente pueden estar asociadas a la depresión. La detección y el tratamiento de estos trastornos disminuyen estas complicaciones y permite desarrollar capacidades alternativas para compensar las citadas limitaciones.

La epidemiología ambiental puede arrojar luz sobre la compleja etiología multicausal de muchos de estos trastornos, que guardan una estrecha relación con aspectos tanto genéticos, como ambientales. Cuando las disfunciones no alcanzan el punto de corte de significación clínica (quedan como una afectación subclínica, entendida como un área de dificultad dentro de la normalidad), a menudo no suelen recibir la atención y apoyo clínico necesario, pero puede no obstante generar estragos en la funcionalidad de ese niño o niña con un bajo rendimiento en la escuela, dificultades de adaptación a nivel conductual, y en algunos casos incluso mostrar signos de conductas de riesgo que puedan llevar a futuros comportamientos antisociales y delictivos. La epidemiología ambiental, y la asociación de la exposición a múltiples tóxicos ambientales capaces de influir en el desarrollo cerebral, trata de estudiar el alcance de estos efectos, tanto a nivel clínico, como a nivel subclínico y funcional. El objetivo es estudiar cómo determinados tóxicos, así como la combinación de estos, puedan tener un efecto sobre toda una población en desarrollo, bajo distintos grados de exposición ambiental.

Cómo entender los diversos factores ambientales de naturaleza biopsicosocial capaces de influir el cerebro en desarrollo: desde condiciones biológicas, hasta factores familiares de crianza

Si bien una mayor parte del desarrollo cerebral (neurodesarrollo) se produce en la etapa prenatal, los cambios más pronunciados en la adquisición de habilidades (por ejemplo, andar, hablar, etc.), cambios en la conducta, se producen de forma destacada en los dos primeros años de vida, fruto de un aumento vertiginoso de la conectividad y maduración de redes cerebrales. Una característica sorprendente del desarrollo del cerebro humano es que nacemos con un cerebro muy inmaduro (poco hecho), lo que da lugar a un período relativamente prolongado de desarrollo postnatal, susceptible de ser "moldeado" por el ambiente en el que crecemos y nos desarrollamos. Dicho de otra manera, el desarrollo y adquisición de habilidades durante la infancia depende en gran medida de procesos de aprendizaje que interaccionan tanto con factores ambientales, como con la propia carga y expresión génica que lleva cada individuo.

Cuando definimos los factores ambientales, este es un concepto muy amplio. Estas influencias ambientales incluyen tanto la exposición a sustancias químicas repasadas a lo largo de este capítulo: plomo, metilmercurio, arsénico, manganeso, bifenilos policlorados, disolventes y pesticidas, humo de tabaco, alcohol e incluso consumo de determinados fármacos; así como factores relacionados con el contexto social en el que el niño crece y se desarrolla, como es el nivel socioeconómi-

co (que puede determinar el barrio en el que creces, el tipo de colegio al que accedes o el nivel educativo de tus padres o los distintos cuidadores que te influyen en tu crianza etc.), o los asociados a características parentales o familiares como los niveles de estrés parental, las conductas de crianza o incluso la exposición de ambientes de violencia intrafamiliar, entre otros.

Con el objetivo de describir la compleja interrelación de factores biopsicosociales a la hora de entender los diversos factores que pueden afectar o influir el cerebro en desarrollo, describiremos algunos determinantes biológicos más conocidos, y profundizaremos en los factores asociados a las características de la calidad del contexto familiar, como ambiente social más próximo y directo capaz de influir el neurodesarrollo de los primeros años de vida.

Entre las distintas exposiciones ambientales durante el desarrollo intrauterino entre fetos expuestos y no expuestos, o determinantes biológicos que muestran diferencias por sus características concretas al nacimiento que pueden comprometer su potencial de desarrollo, nos encontramos ejemplos como la exposición a tabaco y alcohol durante el embarazo, los que presentan un bajo peso o condición de prematuridad al nacer, o las diferencias encontradas entre los alimentados con lactancia materna durante el primer año de vida, entre otros.

En un mismo paciente pueden presentarse manifestaciones clínicas combinadas que son compatibles con distintos trastornos del neurodesarrollo.

Todos estos determinantes biológicos han demostrado en la literatura científica su asociación a la hora de comprometer el neurodesarrollo de la primera infancia e incluso de afectar el potencial de desarrollo de etapas posteriores, sin olvidar que todos estos determinantes se ven envueltos por distintos contextos de desarrollo, que pueden favorecer, compensar o desaventajar el pronóstico de cada caso. Es importante aquí mencionar que los estudios científicos que miden el efecto de este tipo de variables sobre el desarrollo se enmarcan principalmente en los modelos bioecológicos de Bronfenbrenner y Morris (2006), que desarrollan el marco de referencias sobre el impacto de los ecosistemas socioambientales, situando al contexto familiar como el sistema de influencia más próximo en el desarrollo infantil de sus etapas de máxima permeabilidad (la etapa del desarrollo donde el contexto ambiental tiene un mayor potencial de influencia, situada en la primera infancia).

Entre las distintas variables que se han estudiado dentro del marco de los modelos bioecológicos de Bronfenbrenner, nos encontramos el nivel de estudios de los padres, el tipo de ocupación laboral, ingresos y recursos familiares (todo esto como proxi del estatus socioeconómico), la asistencia o no a la guardería durante la primera infancia como contexto enriquecido de socialización y desarrollo, la salud mental del cuidador primario, y en general variables tanto físicas como relacionales de crianza que definen la calidad del contexto familiar.

El objetivo de la epidemiología ambiental es estudiar cómo determinados tóxicos pueden tener un efecto sobre toda una población en desarrollo.

Hoy en día, existe un importante número de estudios que han sido capaces de asociar el crecimiento en un contexto familiar de estatus socieconómico, con un menor desarrollo cognitivo general y un menor rendimiento académico en comparación a clases socieconómicas más favorecidas. Sin embargo, los estudios científicos no apuntan a una relación directa en esta asociación. Por ejemplo, en un estudio con mujeres embarazadas, encontraron que las que gozaban de un mayor nivel socioeconómico informaron de hábitos más saludables durante el embarazo, mayor asistencia a las citas prenatales y mostraron menores conductas sedentarias y de tabaquismo pasivo. Estos hábitos saludables podrían conducir a un desarrollo cerebral prenatal más saludable, lo que a su vez influirá el potencial de desarrollo postnatal cognitivo temprano.

De forma similar, en otros estudios, un menor nivel socioeconómico de las embarazadas ha sido asociado con un menor peso al nacer, deficiencias en la dieta y una mayor exposición al tabaquismo pasivo y a agentes infecciosos, junto con menos oportunidades educativas en la primera infancia. En este sentido, un estudio encontró que los niños y niñas de padres con nivel socioeconómico bajo, podían llegar a igualar las habilidades lingüísticas de sus iguales de nivel socioeconómico alto, en relación a su asistencia o no a la escuela/guardería desde edades tempranas. Esto se ha descrito como un posible efecto amortiguador de la estimulación temprana que supone una educación en la primera infancia, pudiendo ser sobre todo más beneficioso para aquellas clases sociales más desfavorecidas, donde un contexto enriquecido como son los contextos escolares, puede jugar un papel fundamental en en el desarrollo temprano de niños y niñas de estos estratos sociales. De hecho, algunos autores han concluido que la asistencia a la guardería es una herramienta social muy poderosa para cerrar las disparidades de desarrollo cognitivo causadas por entornos de aprendizaje más desfavorecidos de clases familiares de menos recursos.

Un contexto familiar de alta calidad es beneficioso en el desarrollo cognitivo de los niños y niñas en edad temprana.

Estas publicaciones científicas nos llevan a la inevitable conclusión de que se deben favorecer cada vez más políticas sociales y educativas que faciliten el acceso a la guardería a las familias más desfavorecidas. Otra variable estudiada y que da un paso más en la proximidad de efecto más directo sobre el desarrollo del infante, es la salud mental del cuidador primario. La literatura científica ha centrado sus esfuerzos en la salud mental materna por ser habitualmente la cuidadora primaria, y sobre todo en el efecto de los cuadros clínicos o subclínicos depresivos, por ser uno de los cuadros más prevalentes en el género femenino, tal y como está descrita hasta la fecha. Los estudios en esta área también dibujan una cadena de efectos, donde tanto la pobreza, la baja educación materna, el alto nivel de estrés, como el escaso apoyo social aparecen como factores de riesgo tanto para el desarrollo temprano, como para la depresión materna.

Por otro lado, existe un amplio consenso entre la literatura científica de las ciencias del desarrollo infantil que apoyan el efecto beneficioso de un contexto familiar de alta calidad en el desarrollo cognitivo de los niños y niñas en edad temprana. Estos resultados, siguen siendo avalados por estudios recientes, donde se ha conseguido incluso diferenciar el efecto del contexto familiar y el estatus socioeconómico, como dos factores que pueden ejercer un efecto independiente uno del otro a la hora de explicar el nivel de desarrollo de la primera etapa de vida. Cuando desglosamos subfactores que componen un contexto familiar de calidad, nos encontramos variables de naturaleza relacional y de crianza, como también aspectos físicos del hogar como el acceso a materiales/juguetes estimulantes y espacios físicos favorables, no solo del hogar, sino también el acceso a parques y zonas verdes próximos a la residencia familiar.

Otros sub-factores importantes del ecosistema familiar son el clima emocional de la unidad convivencial familiar, así como la relación y el apoyo de la misma familia extensa en las labores de crianza. Todas estas variables en su conjunto se han relacionado tanto con el estatus socioeconómico de la familia, como con el efecto potencial en la estimulación del desarrollo de niños y niñas en edad temprana. Haciendo un análisis todavía más "micro" de las conductas de crianza de los cuidadores primarios asociados a variables predictoras de un contexto familiar de calidad, se destacan conductas como la sensibilidad en la respuesta a las demandas del niño o niña, la interacción didáctica frecuente, el afecto positivo, entre otros. Todas estas "microconductas" de las principales figuras de apego y crianza se han visto como factores estimulantes del juego, el desarrollo cognitivo y las habilidades comunicativas de los primeros dos-tres años de vida.

Parece bastante intuitivo suponer que un mayor nivel socioeconómico se relacionará con menos problemas de salud mental materna/paterna, una mayor calidad del contexto familiar general y una mayor asistencia a la guardería, lo que se acaba de entender generalmente como un resultado directo de familias con mayor nivel de recursos. No obstante, la complejidad de cómo interactúan todas estas variables en su conjunto sobre el neurodesarrollo es difícil de discernir. Del mismo modo resulta complejo medir hasta qué punto estos factores de contexto pueden compensar algunos de los determinantes biológicos o incluso exposiciones ambientales de contaminación química citados en este capítulo.

En los acontecimientos históricos generados por la actual pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 (conocido como COVID-19), son múltiples los desafíos a los que se están enfrentando una importante proporción de familias de todo el mundo, donde las adversidades pasan tanto por dificultades socioeconómicas profundas, como sanitarias que incluyen la salud mental de los cuidadores primarios. Hasta la fecha, las políticas sociales diseñadas para promover el desarrollo temprano se han centrado en abordar predominantemente las necesida-

des económicas, de nutrición y de salud básicas. Sin embargo, el actual estado de la literatura científica subraya la necesidad de desarrollar políticas públicas que puedan intervenir en el apoyo del contexto familiar, incluyendo la enseñanza de estrategias de crianza y estimulación temprana, que también puedan proteger el desarrollo temprano de una multitud de factores adversos que puedan mermar la calidad del contexto familiar a nivel poblacional, fruto de la profunda crisis económica y social generada por la pandemia.

Recomendaciones prácticas para la vida diaria

Se recomienda limitar las actividades al aire libre con niños cuando los indicadores de la calidad del aire son bajos.

A lo largo de este capítulo hemos repasado distintos aspectos de la contaminación química que pueden afectar el neurodesarrollo de nuestros hijos e hijas, así como aspectos del ambiente social que por el contrario pueden favorecer su desarrollo. A continuación, ofrecemos una serie de recomendaciones prácticas aplicables a la cotidianidad del día a día que pueden prevenir la exposición de ciertos niveles de contaminantes nocivos para el neurodesarrollo, y pautas sencillas que han demostrado favorecer el desarrollo:

Prevención

Contaminación del aire:

- Es importante prestar atención a los indicadores de calidad del aire anunciado en medios de comunicación, en agencias meteorológicas locales y estatales, así como en diversas fuentes de salud pública locales. Se recomienda limitar las actividades al aire libre de nuestros hijos e hijas cuando estos indicadores muestran una baja calidad del aire.
- Aumentar el uso de espacios verdes, salir de las ciudades y pasar el máximo tiempo posible al aire libre en medios naturales menos contaminados.
- Seleccionar los parques infantiles que se encuentren más alejados del tráfico rodado.
- Ventilar el domicilio familiar fuera de las horas punta de tráfico.
- Evitar fumar dentro del hogar familiar, o dentro de un vehículo en los que puedan viajar los niños. En zonas públicas, evitar de forma proactiva la exposición pasiva al humo de tabaco de otros fumadores (incluyendo a fumadores de cigarrillos electrónicos).

Contaminación del agua:

- Es posible conocer la calidad del agua de tu domicilio consultando la página oficial de tu municipio o en la empresa pública proveedora del agua de la zona. Es un derecho del ciudadano conocer la calidad del agua de consumo.
- No usar agua caliente del grifo para su consumo o para cocinar, ya que en los acumuladores y calentadores de agua tienden a acumularse más contaminantes.
- Dejar correr el agua antes de su uso para el consumo o para cocinar, esto evitará que contaminantes acumulados en tuberías con poco mantenimiento acaben en el agua de consumo.
- Hervir el agua durante al menos un minuto previene de la ingesta de bacterias y otros gérmenes, pero no elimina otras sustancias químicas. Existen algunos filtros en el mercado que pueden no solo mejorar el olor y sabor del agua del grifo, sino también reducir algunos de estos químicos. En caso de utilizar este tipo de filtros, también es importante recordar que requieren un buen mantenimiento.

Contaminación desde recipientes de plástico (bisfenol A):

- Procura utilizar recipientes identificados como "*BPA-free*" (del inglés, libres de BPA), o utiliza recipientes de cristal que sean seguros para los niños.
- Evita calentar comida o líquidos en recipientes de plástico, y evita limpiar estos en el lavavajillas en altas temperaturas, de esta manera podemos prevenir que los niños y niñas puedan ingerir los materiales tóxicos que se desprenden del plástico a la comida/agua en altas temperaturas.
- Evita juguetes de plástico en edades en los que los niños y niñas pequeños tienden a explorar todo con la boca, y para cualquier edad, selecciona aquellos juguetes que han pasado por la regulación europea en la seguridad de materiales de los juguetes.

Contaminantes en el pescado:

- El pescado, y en concreto el pescado azul tiene indudables propiedades nutritivas para el cerebro en desarrollo, pero no todas las especies son igual de saludables debido a sus niveles de mercurio y otros contaminantes diluidos en su grasa.

- Algunos pescados suponen una selección más segura para niños y niñas en desarrollo, como es el salmón, camarones, bacalao, sardinas, anchoas, etc. Una buena regla a recordar es que los peces grasos más grandes y más depredadores tienden a acumular más cantidad de mercurio y otros contaminantes debido a que su condición de depredadores les hace acumular la ingesta de muchos otros peces más pequeños con diversos niveles de contaminantes. Por ello, especies como caballa real, pez espada, tiburón, atún rojo grande, etc. están totalmente desaconsejados para los períodos de desarrollo. En cualquier caso, recomendamos consultar con el pediatra sobre las especies de consumo habituales de tu zona y la edad concreta de tu hijo/hija.

Pesticidas y herbicidas:

- Minimizar el consumo de verduras y hortalizas de grandes explotaciones que puedan estar utilizando pesticidas y herbicidas. El consumo de productos "orgánicos" (cuando sea posible) ha demostrado ser una opción más segura para toda la familia.

- Lavar todas las frutas y vegetales con agua fría antes de su consumo, y a pesar de eliminar una importante fuente de fibra y vitaminas, pelar las frutas y vegetales es otra alternativa que aumenta la prevención del consumo de pesticidas y herbicidas.

- En el caso de tener jardín, huerto, flores etc. controla o evita el uso de pesticidas que puedan acabar exponiendo a los más pequeños de la casa. Del mismo modo, se debe evitar el uso habitual de insecticidas dentro del hogar.

Promoción del desarrollo:

- Cuando pensamos en ofrecer a nuestros hijos e hijas un buen surtido de juguetes que puedan estimular su desarrollo, es importante tener presentes dos cuestiones fundamentales: 1) el mayor estímulo para los niños y niñas en desarrollo no son los objetos, sino las interacciones humanas que enriquecen el juego de esos juguetes, y 2) es mucho más importante la calidad del tipo de juguetes que podamos seleccionar para cada etapa en desarrollo que la cantidad.

- Algunos ejemplos de tipos de juguetes que son interesantes en los primeros años de desarrollo:

  - Puzles de encajables.
  - Juguetes musicales o instrumentos de juguete.

  - Materiales asociados a los trabajos manuales como pinturas, plastilina, etc.
  - Libros/cuentos adecuados para cada edad.
  - Acceso a listas de reproducción de música infantil.
  - Miniaturas (animales/muñecos), cocinitas o semejantes.
  - Pelotas, burbujas y similares que promueven el movimiento físico.

- Limitar el acceso a pantallas en todas las edades. Niños por debajo de los dos años no deberían estar expuestos a ningún tipo de dispositivo de pantalla, y preescolares por debajo de cinco años no deberían superar la hora al día. En este sentido, se recomienda evitar tener la televisión u otra pantalla encendida en las comidas familiares del día.

- Intentar encontrar los momentos de contar cuentos o leer libros ajustados a la edad del niño/niña.

- Compartir canciones y bailes con cuidadores u otros hermanos/hermanas de la casa, animando a imitar movimientos, melodías, palabras, etc.

- Compartir diferentes juegos de tipo sensorial y físico en familia, idealmente en espacios verdes al aire libre, manteniendo la calidad relacional de estos juegos.

- Ajustar el nivel de lenguaje de cada etapa de desarrollo del lenguaje, animando y ofreciendo oportunidades para el aprendizaje de nuevos sonidos, gestos y palabras (evitar diminutivos), a la vez que cuidamos nuestra posición que debe favorecer que el adulto se encuentre a la misma altura que el niño/a con el que se está comunicando.

- Establecer límites no está reñido con una crianza afectuosa. Es importante saber que una crianza con límites claros favorece el aprendizaje y el desarrollo de áreas socioemocionales y de capacidades de autorregulación futuras.

- Ofrecer un buen modelo de expresión e identificación de las emociones. Primero trabajamos la capacidad de identificar y diferenciar las distintas emociones básicas, para luego trabajar las relaciones de distintos sucesos asociados a cada emoción, y favorecer su uso, comprensión y expresión consciente.

- Cuando vuestro hijo/hija se desregula, no ceder ante sus exigencias, pero sí acompañarle y ayudarle a desarrollar distintas estrategias de regulación, así como estrategias que ayuden a combatir la frustración.

- Asignar pequeñas tareas en el hogar ajustada a cada edad (ejemplo, recoger sus juguetes, recoger el plato de la mesa, llevar la ropa sucia a la cesta, etc.).

- Apoyar a un rol activo durante las actividades cotidianas de higiene y vestido. Son actividades que ocurren varias veces al día, y pueden ser oportunidades para aprender vocabulario, fuente de estimulación de habilidades motoras, así como desarrollar habilidades generales de autonomía.

- Reconocer y reforzar las conductas más apropiadas y adaptadas a cada contexto y momento de forma explícita.

- Favorecer el acceso escolar alrededor de los veinticuatro meses (segundo cumpleaños), o bien ofrecer diversas oportunidades de juego en espacios compartidos con otros niños y niñas de la misma edad con regularidad.

Bibliografía

1. Andersen S. L. (2003). Trajectories of brain development: point of vulnerability or window of opportunity?. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *27*(1-2), 3–18. https://doi.org/10.1016/s0149-7634(03)00005-8

2. Aranbarri, A., Aizpitarte, A., Arranz-Freijo, E., Fano, E., Sánchez de Miguel, M., Stahmer, A. & Ibarluzea, I. (s.f.) What impacts early cognitive development? Interplay between maternal mental health and SES, family context and nursery. *Journal of Applied Developmental Psychology* (under review).

3. Batalle, D., Hughes, E. J., Zhang, H., Tournier, J. D., Tusor, N., Aljabar, P., Wali, L., Alexander, D. C., Hajnal, J. V., Nosarti, C., Edwards, A. D., & Counsell, S. J. (2017). Early development of structural networks and the impact of prematurity on brain connectivity. NeuroImage, 149, 379–392. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.01.065

4. Berry, D., Blair, C., Willoughby, M., Garrett-Peters, P., Vernon-Feagans, L., Mills-Koonce, W. R., & Family Life Project Key Investigators (2016). Household Chaos and Children's Cognitive and Socio-Emotional Development in Early Childhood: Does Childcare Play a Buffering Role?. *Early childhood research quarterly*, *34*, 115–127. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.09.003

5. Boucher, O., Julvez, J., Guxens, M., Arranz, E., Ibarluzea, J., Sánchez de Miguel, M., Fernández-Somoano, A., Tardon, A., Rebagliato, M., Garcia-Esteban, R., O'Connor, G., Ballester, F., & Sunyer, J. (2017). Association between breastfeeding duration and cognitive development, autistic traits and ADHD symptoms: a multicenter study in Spain. *Pediatric research*, *81*(3), 434–442. https://doi.org/10.1038/pr.2016.238

6. Bronfenbrenner, U., & Morris, P. A. (2006). The Bioecological Model of Human Development. In R. M. Lerner & W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 793–828). John Wiley & Sons Inc.

7. Carey, W.B., Crocker, A.C., Coleman, W.L., Elias, E.R. & Feldman, H.M. (2009). *Developmental-Behavioral Pediatrics*, Forth Edition. Saunders.

8. Carson, R. (1962). *Silent spring.* Houghton Mifflin Harcourt.

9. Colborn, T., Dumanoski, D., Myers, J.P. (1996*).* Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence and Survival? a Scientific Detective Story. *BioScience*, *46*(7), 542-546.

10. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH (2016). Prevention of Childhood Lead Toxicity. *Pediatrics*, *138*(1), e20161493. https://doi.org/10.1542/peds.2016-1493

11. Dozor, A.J. & Amler, R.W. (2013). Children's Environmental Health.*The Journal of Pediatrics, 162* (1), 6-7. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.10.004

12. Ekblad, M., Korkeila, J., & Lehtonen, L. (2015). Smoking during pregnancy affects foetal brain development. *Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, *104*(1), 12–18. https://doi.org/10.1111/apa.12791

13. Forns, J., Aranbarri, A., Grellier, J., Julvez, J., Vrijheid, M., & Sunyer, J. (2012). A conceptual framework in the study of neuropsychological development in epidemiological studies. *Neuroepidemiology*, *38*(4), 203–208. https://doi.org/10.1159/000337169

14. Gaioli, M. & Andrade, M. (2018). *El Ambiente donde los Niños Crecen*. Editorial Fundación Hospital Garrahan.

15. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet (London, England)*, *368*(9553), 2167–2178. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69665-7

16. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet. Neurology*, *13*(3), 330–338. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3

17. Guxens, M., Ghassabian, A., Gong, T., Garcia-Esteban, R., Porta, D., Giorgis-Allemand, L., Almqvist, C., Aranbarri, A., Beelen, R., Badaloni, C., Cesaroni, G., de Nazelle, A., Estarlich, M., Forastiere, F., Forns, J., Gehring, U., Ibarluzea, J., Jaddoe, V. W., Korek, M., Lichtenstein, P., … Sunyer, J. (2016). Air Pollution Exposure during Pregnancy and Childhood Autistic Traits in Four European Population-Based Cohort Studies: The ESCAPE Project. *Environmental health perspectives*, *124*(1), 133–140. https://doi.org/10.1289/ehp.1408483

18. Holmes, P., James, K. A., & Levy, L. S. (2009). Is low-level environmental mercury exposure of concern to human health?. *The Science of the total environment*, *408*(2), 171–182. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.09.043

19. Julvez, J., & Grandjean, P. (2009). Neurodevelopmental toxicity risks due to occupational exposure to industrial chemicals during pregnancy. *Industrial health*, *47*(5), 459–468. https://doi.org/10.2486/indhealth.47.459

20. Jurewicz, J., & Hanke, W. (2008). Prenatal and childhood exposure to pesticides and neurobehavioral development: review of epidemiological studies. *International journal of occupational medicine and environmental health*, *21*(2), 121–132. https://doi.org/10.2478/v10001-008-0014-z

21. Kurtz, L. (2015). Recomendations for Preventing Exposure to Toxic Chemicals. *International Federation of Ginecology and Obstetrics.*

22. Larrañaga, I., Santa-Marina, L., Begiristain, H., Machón, M., Vrijheid, M., Casas, M., Tardón, A., Fernández-Somoano, A., Llop, S., Rodriguez-Bernal, C. L., & Fernandez, M. F. (2013). Socio-economic inequalities in health, habits and self-care during pregnancy in Spain. *Maternal and child health journal*, *17*(7), 1315–1324. https://doi.org/10.1007/s10995-012-1134-4

23. Lertxundi, A., Baccini, M., Lertxundi, N., Fano, E., Aranbarri, A., Martínez, M. D., Ayerdi, M., Álvarez, J., Santa-Marina, L., Dorronsoro, M., & Ibarluzea, J. (2015). Exposure to fine particle matter, nitrogen dioxide and benzene during pregnancy and cognitive and psychomotor developments in children at 15 months of age. *Environment international*, *80*, 33–40. https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.03.007

24. Malisch, R. (2017) Incidents with Dioxins and PCBs in Food and Feed-Investigative Work, Risk Management and Economic Consequences. *Journal of Environmental Protection, 8*, 744-785. doi: 10.4236/jep.2017.86048.

25. McALPINE, D., & ARAKI, S. (1958). Minamata disease: an unusual neurological disorder caused by contaminated fish. *Lancet (London, England)*, *2*(7047), 629–631. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(58)90348-9

26. Mills-Koonce, W. R., Willoughby, M. T., Zvara, B., Barnett, M., Gustafsson, H., Cox, M. J., & Family Life Project Key Investigators (2015). Mothers' and Fathers' Sensitivity and Children's Cognitive Development in Low-Income, Rural Families. *Journal of applied developmental psychology*, *38*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2015.01.001

27. Miodovnik A. (2011). Environmental neurotoxicants and developing brain. *The Mount Sinai journal of medicine, New York*, *78*(1), 58–77. https://doi.org/10.1002/msj.20237

28. Ortega, J., Ferrís, J., Cánovas, A. & García, J. (2005). Neurotóxicos ambientales (y II). Metales: efectos adversos en el sistema nervioso fetal y postnatal. *Acta pediatría espaa, 63* (5), 182-192.

29. Rijlaarsdam, J., Stevens, G. W., van der Ende, J., Hofman, A., Jaddoe, V. W., Mackenbach, J. P., Verhulst, F. C., & Tiemeier, H. (2013). Economic disadvantage and young children's emotional and behavioral problems: mechanisms of risk. *Journal of abnormal child psychology*, *41*(1), 125–137. https://doi.org/10.1007/s10802-012-9655-2

30. Scharf, R. J., Stroustrup, A., Conaway, M. R., & DeBoer, M. D. (2016). Growth and development in children born very low birthweight. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*, *101*(5), F433–F438. https://doi.org/10.1136/archdischild-2015-309427

31. Schoon, I., Jones, E., Cheng, H., & Maughan, B. (2012). Family hardship, family instability, and cognitive development. *Journal of epidemiology and community health*, *66*(8), 716–722. https://doi.org/10.1136/jech.2010.121228

32. United Nations Environment Programme, World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF) . (2002) . Children in the new millennium: environmental impact on health. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme. https://apps.who.int/iris/handle/10665/42506

33. Vermeri, G., Covaci, A., Larebeke, N.V., Schoeters, G., Nelen, V., Koppen, G. & Viaene, M. (2021) Neurobehavioural and cognitive effects of prenatal exposure to organochlorine compounds in three year old children. *BMC Pediatrics, 21(*99). https://doi.org/10.1186/s12887-021-02533-2

34. Volk, H. E., Hertz-Picciotto, I., Delwiche, L., Lurmann, F., & McConnell, R. (2011). Residential proximity to freeways and autism in the CHARGE study. *Environmental health perspectives*, *119*(6), 873–877. https://doi.org/10.1289/ehp.1002835

35. Wachs, T.D., Black, M.M. & Engle, P.L. (2009). Maternal Depression: A Global Threat to Children's Health, Development, and Behavios and to Human Rights.*Child Development Perspectives, 3*(1), 51-59. https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2008.00077.x

36. Walker, S. P., Wachs, T. D., Grantham-McGregor, S., Black, M. M., Nelson, C. A., Huffman, S. L., Baker-Henningham, H., Chang, S. M., Hamadani, J. D., Lozoff, B., Gardner, J. M., Powell, C. A., Rahman, A., & Richter, L. (2011). Inequality in early childhood: risk and protective factors for early child development. *Lancet (London, England)*, *378*(9799), 1325–1338. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60555-2

37. Wolraich M. L. (1997). Diagnostic and Statistical Manual for Primary Care (DSM-PC) Child and Adolescent Version: design, intent, and hopes for the future. *Journal of developmental and behavioral pediatrics: JDBP*, *18*(3), 171–172. https://doi.org/10.1097/00004703-199706000-*00006*

5. Impacto de la contaminación del agua

Cristina Villanueva

Investigadora, experta en calidad y salud del agua. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

El agua es vida y constituye una necesidad básica y un derecho universal de las personas (Naciones Unidas 2010). En promedio, las personas adultas consumimos aproximadamente dos litros diarios. En España, Europa y en general en los países de renta alta, el agua de consumo en la red de distribución pública es segura. Esto es así gracias a que existe una legislación y una vigilancia que garantiza que el agua que llega a nuestras casas no representa un riesgo para nuestra salud.

Origen del agua de bebida

El agua que nos llega a nuestras casas es un recurso natural que circula entre diferentes compartimentos: agua dulce (ríos, acuíferos), mares y océanos, vapor de agua en la atmósfera, y hielo en los polos y alta montaña. El agua dulce es el compartimento con menor cantidad de agua (menos del 1 % del total), y sin embargo es la que está disponible para el consumo y las actividades humanas (agricultura, industria). Por lo tanto, se trata de un recurso limitado.

El agua dulce es el compartimento con menor cantidad de agua y sin embargo es la que está disponible para el consumo y las actividades humanas.

El origen del agua (subterráneo, río, embalse, marino, etc.), sus características fisicoquímicas, y el tratamiento de potabilización determinan en gran medida la calidad del agua de consumo. Esto explica que la calidad y el sabor varíen geográficamente. El sabor, olor y color se denominan propiedades organolépticas del agua, y pueden variar por la composición de los minerales (por ejemplo, la dureza), los sólidos en suspensión, y otros parámetros de calidad que varían en función del origen del agua, del tratamiento, y de la red de distribución.

En países de renta alta, como es España o Europa, la seguridad microbiológica está garantizada por los procesos de tratamiento y desinfección, y las infecciones transmitidas a través del agua son prácticamente inexistentes.

La solución para evitar la exposición a subproductos de desinfección del agua debe realizarse a nivel comunitario.

Contaminantes más habituales en el agua de bebida

Los contaminantes químicos pueden tener múltiples orígenes. Existen contaminantes de origen natural (como por ejemplo arsénico, flúor, etc.). Sin embargo, la mayoría de contaminantes provienen de la actividad humana, como por ejemplo la agricultura (nitrato, pesticidas), la industria (contaminantes sintéticos), la propia red de distribución (plomo, por ejemplo), el tratamiento de potabilización (trihalometanos (THM) y otros subproductos que derivan del proceso de desinfección), y de los productos de uso cotidiano (residuos farmacéuticos, por ejemplo). A continuación, se detallan las características de los contaminantes químicos más habituales, sus posibles riesgos en la salud, así como la situación en España y otros países.

Subproductos de la desinfección

Qué son y cómo se forman. La desinfección del agua de consumo es necesaria para inactivar patógenos y así evitar enfermedades infecciosas en la población. Los desinfectantes son sustancias altamente reactivas, que además de inactivar los microorganismos, reaccionan con la materia orgánica presente en el agua. Esta reacción genera subproductos indeseados, denominados subproductos de la

desinfección. Se generan centenares de compuestos, aunque los más conocidos son los THM, que son los más abundantes y son los que están incluidos en la legislación española (BOE 2003) y europea EC. DIRECTIVE (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). Después de los THM, los ácidos haloacéticos son los subproductos más habituales del cloro, que a su vez suele ser el desinfectante más ampliamente utilizado. Desinfectantes alternativos incluyen por ejemplo el dióxido de cloro y el ozono, que generan subproductos de la desinfección específicos. Clorito y clorato son subproductos del dióxido de cloro. El ozono en presencia de bromuro puede generar bromato, que tiene propiedades tóxicas. Los THM y el bromato están regulados desde la anterior ley europea (EC 1998), que ha sido recientemente actualizada (EC 2020). Actualmente, clorito, clorato, y ácidos haloacéticos son también de control obligatorio.

Vías de exposición humana. Los subproductos de la desinfección son de especial interés, ya que algunos son volátiles y permeables a la piel, y todas las personas podemos estar expuestas a través de la ducha, el baño, etc. Por tanto, a nivel individual podemos hacer poco para evitar esta exposición, y la solución ha de ser a nivel comunitario a través de mejorar la calidad del agua en origen y el tratamiento de potabilización en las plantas de tratamiento.

Efectos en la salud. La exposición crónica a niveles incluso por debajo del máximo regulado se ha asociado a un aumento del riesgo de cáncer de vejiga, también con exposiciones a través de la ducha y el baño (Villanueva *et al.* 2015). La exposición durante el embarazo a los subproductos de la desinfección se ha investigado como posible factor de riesgo para crecimiento fetal reducido, parto prematuro, aborto espontáneo, malformaciones congénitas, y otros efectos reproductivos. La evidencia en su conjunto muestra una asociación muy baja con bajo peso al nacer. No hay riesgo con parto prematuro y aborto espontáneo. Algunos estudios sugieren un riesgo hacia determinadas malformaciones congénitas, pero los estudios presentan limitaciones y no se ha podido concluir con certeza.

Exposición en piscinas. Los subproductos de la desinfección se encuentran también en las piscinas, ya que se desinfecta el agua regularmente y hay una aportación de materia orgánica por parte de los bañistas. En el caso de las piscinas, además de los THM y ácidos acéticos halogenados, se forman cloraminas por la reacción entre el cloro y el nitrógeno presente en la materia orgánica proveniente de los bañistas (sudor, orina, cosméticos, cabellos, etc.). La tricloramina es altamente volátil y es irritante de las vías aéreas y las mucosas. La exposición temprana (durante el primer año de vida) a piscinas (denominado *baby swimming*) se ha sugerido como factor de riesgo de asma en población susceptible (padres atópicos). En población general, incluido niños, los estudios en su conjunto muestran que la asistencia a la piscina no supone un riesgo de asma o salud respiratoria (ver sección "contaminantes del agua de recreación").

Niveles en España. Los niveles de THM varían entre regiones, debido a las diferencias en el origen del agua, las características de la misma, y los diferentes tratamientos. Los niveles son muy bajos en zonas donde el agua proviene de acuíferos subterráneos, mientras que los niveles son más altos en zonas suministradas por agua proveniente de ríos o embalses.

Nitrato

Qué son y de dónde provienen. El origen del nitrato en agua está en la contaminación difusa de los campos de cultivo por el uso de fertilizantes en agricultura intensiva, y también residuos ganaderos (purines). En zonas agrícolas, el nitrato en agua subterránea es un problema muy extendido, tanto en España como en Europa y el resto del mundo.

Efectos en lactantes. La exposición a niveles altos de nitrato a través del agua utilizada en la preparación de leche de fórmula provoca metahemoglobinemia. Es decir, el transporte de oxígeno en sangre se ve reducido, lo que provoca una hipoxia (síndrome del niño azul). Por este motivo el nitrato está regulado en el agua de consumo y se incluye en los parámetros de análisis rutinario para que no superen el nivel máximo admisible (50 mg/L).

Otros efectos. Diversos estudios sugieren que la exposición crónica a nitratos a niveles por debajo del máximo regulatorio podrían incrementar el riesgo de determinados tipos de cáncer (colorrectal principalmente). Otros efectos adversos asociados con niveles altos de nitrato incluyen la enfermedad tiroidea y defectos del tubo neural (Ward *et al.* 2018).

Niveles en España. Según el informe del Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC), el promedio de nitrato en el agua suministrada fue de 9,6 mg/L en 2019, bastante por debajo del nivel máximo admisible (50 mg/L) (SINAC 2019).

Arsénico

Origen en agua. El arsénico es un componente natural de la corteza terrestre. En algunas zonas del mundo, las formaciones geológicas tienen concentraciones especialmente altas, y el agua subterránea que circula por ellas contiene niveles elevados de arsénico. Esto ocurre en Bangladesh, algunas zonas de la India, América Central, América del Sur, Taiwán, determinados lugares en China, etc.

Efectos en la salud. A niveles elevados de exposición, el arsénico en agua causa cáncer de pulmón, de piel, y de vejiga (IARC 2004). También se asocia a efectos cardiovasculares, queratosis en la piel, neurotoxicidad en niños, diabetes, efectos adversos en el embarazo, entre otros problemas de salud (Human Rights Watch (HRW), Observatorio de Derechos Humanos). El arsénico está regulado y se realizan

controles habituales que muestran que en España y en términos generales en Europa, los niveles de arsénico son seguros.

Niveles en España. El arsénico presenta niveles por debajo del límite legislativo (10 µg/L) en un 99,3 % de los análisis realizados en 2019 (SINAC 2019).

Fluoruro

Origen natural y efectos. Se trata de un contaminante de origen natural presente en algunas zonas del mundo (Etiopía y Valle del Rift, por ejemplo). La exposición a las concentraciones presentes en estas regiones produce deformaciones esqueléticas y oscurecimiento de los dientes (Malde *et al.* 2011).

Fluoración del agua y posibles efectos. En algunos países, como medida preventiva para reducir la caries y mejorar la salud dental a nivel poblacional, se aplica una baja dosis de flúor en el agua de distribución. Esta actividad ha generado un debate intenso entre defensores y detractores de la fluoración, ya que se ha sugerido que niveles bajos de flúor pueden tener un efecto adverso sobre la salud infantil, concretamente efectos neurotóxicos (OMS 2006).

Niveles en España. El fluoruro se monitorea regularmente en España y Europa, y los niveles están por debajo del nivel máximo admisible (SINAC 2019). Por otro lado, la fluoración se realiza puntualmente en algunas regiones, pero no es una actividad extendida. Por lo tanto, el fluoruro en agua no supone un problema en España.

Plomo

Origen. A diferencia de otros contaminantes del agua, el plomo se incorpora al agua durante la distribución hasta el punto de consumo, a través de la tuberías y soldaduras de plomo (Gómez-Gutiérrez *et al.* 2016). Las cañerías de plomo han sido habituales hasta los años ochenta, y todavía están muy presentes en viviendas y edificios antiguos. Se estima que en torno a un 25 % de las viviendas en Europa las presenta (Hayes y Skubala 2009).

Efectos en la salud. El plomo es neurotóxico a dosis bajas (Lanphear *et al.* 2005), y se transfiere de la madre al feto durante el embarazo (Li *et al.* 2000). El periodo de desarrollo cerebral durante el embarazo y la infancia son particularmente vulnerables a los neurotóxicos como el plomo (Grandjean and Landrigan 2006). Además de neurotóxico, el plomo se ha asociado a bajo peso al nacer (Zhang *et al.* 2015) y aumento de la tensión arterial (Almeida Lopes *et al.* 2017).

Niveles en España. El plomo está regulado actualmente con un nivel máximo admisible de 10 µg/L. Sin embargo, la propuesta de nueva directiva de agua de consumo bajará este límite a 5 µg/L (EC 2020). El 99,7 % de controles reportados al SINAC en 2019 estaba por debajo del límite máximo.

Cianotoxinas

Las cianotoxinas son toxinas producidas por un grupo de bacterias denominadas cianobacterias, que se desarrollan en ambientes acuáticos eutrofizados (con exceso de nutrientes, principalmente nitrato y fósforo, debido a la actividad humana). Son tóxicas para los humanos y dan lugar a alteraciones gastrointestinales, reacciones alérgicas o irritación. Las microcistinas son un tipo de cianotoxinas que están reguladas en la legislación de agua de consumo, con un límite máximo admisible de 1 µg/L.

Dureza

La dureza del agua no entra en la categoría de contaminante, sino que se trata de un parámetro de calidad consistente en el carbonato de calcio y magnesio. La dureza se origina en el material geológico donde discurre el agua. Aunque la dureza del agua pueda ser un inconveniente para algunos electrodomésticos, es inocua para la salud. Aunque la evidencia científica no es concluyente, existen numerosos estudios que asocian el agua blanda (con dureza baja) a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (Monarca *et al.* 2006).

Contaminantes emergentes en el agua de bebida

La lista de posibles contaminantes en agua es larga, desde los químicos regulados hasta sustancias que no están legisladas.

La lista de posibles contaminantes en agua es larga. Además de los químicos regulados, la calidad del agua puede estar amenazada por sustancias que no están legisladas y no se monitorizan regularmente. A estos contaminantes les llamamos "emergentes" y es el caso, por ejemplo, de las sustancias perfluoroalquiladas, los microplásticos, los residuos farmacéuticos, etc.

Sustancias poli- y perfluoroalquiladas

Los PFAS son sustancias poli- y perfluoradas, también llamadas "sustancias eternas", ya que no se degradan en la naturaleza. Es un grupo muy diverso, ya que existen más de 4.000 moléculas de PFAS. Los PFAS se utilizan en una amplia gama de productos de consumo debido a su capacidad para repeler tanto la grasa como el agua, que incluyen: envases de papel y cartón para alimentos (por ejemplo, envases para llevar, bolsas de palomitas de maíz, cajas de pizza, pasteles preparados, etc.); utensilios de cocina antiadherentes (teflón); tejidos (por ejemplo ropa y equipos impermeables para exteriores, alfombras, colchones, etc.); cosméticos (por ejemplo, acondicionador para el cabello, crema base, protector solar, etc.); electrónica (por ejemplo *smartphones*). También se utilizan en aplicaciones como espumas contra incendios, en una espuma especial para extinguir incendios líquidos como incendios de petróleo.

Los PFAS se llevan utilizando desde los años cuarenta, y actualmente se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente. Las personas podemos estar expuestas a través de algunos de los productos cotidianos que los contienen, así como a través del agua de consumo o los alimentos. Debido a que es extremadamente difícil para las plantas de tratamiento de agua eliminar PFAS, la contaminación del agua potable con PFAS es una preocupación en aumento en algunos países. Los PFAS se han incluido en la propuesta de nueva directiva europea de agua de consumo (EC 2020) y serán regulados en Europa y España en un futuro próximo (nivel máximo propuesto 0,10 µg/L).

Los componentes más conocidos de los PFAS son el PFOA (ácido perfluorooctanoico) y el PFOS (sulfonato de perfluorooctano), que han mostrado interferir con el sistema hormonal (por ello se denominan disruptores endocrinos), sistema reproductivo, desarrollo del feto, sistema inmunológico (menor respuesta a vacunas en niños), y promueven el desarrollo de algunos tipos de cáncer (riñón, testicular) (ATSDR 2018). Sin embargo, muchos componentes de los PFAS que actualmente se utilizan no han sido todavía estudiados y se desconoce su toxicidad.

Microplásticos

Los microplásticos son un grupo de materiales sintéticos hechos de polímeros derivados del petróleo. Son partículas sólidas de tamaño inferior a 5 mm, no son solubles en agua y tienen una capacidad de degradación muy baja. Los microplásticos pueden ser de dos tipos: primarios, es decir, fabricados específicamente en un tamaño ya *micro* (por ejemplo, abrasivos industriales, microesferas utilizadas en cosméticos) o secundarios, es decir, formados por la fragmentación de artículos de plástico más grandes. La forma es variable e incluye esferas, partículas irregulares, fibras, películas, etc. Ejemplos concretos del tipo de origen de los microplásticos incluyen la fragmentación de la superficie y las pinturas de la carretera, los desechos de desgaste de los neumáticos, los textiles, la abrasión de objetos (por ejemplo, las suelas sintéticas de los zapatos), los céspedes artificiales, las fibras textiles y los cosméticos, entre otros (OMS 2019).

Diversos estudios han mostrado la presencia de microplásticos en agua de consumo, especialmente en agua embotellada.

Los microplásticos conllevan varias exposiciones a la vez. Por un lado, tenemos la partícula propiamente, que puede ser de varios tipos de polímero (como puede ser polietileno-PE, polipropileno-PP, polietileno tereftalato-PET, poliestireno-PS, cloruro de polivinilo-PVC, policarbonato-PC, poliamida-PA, poliuretano-PUR, etc.), y de varias formas y tamaños. En segundo lugar, los microplásticos contienen aditivos que se utilizan en la producción del plástico (bisfenol A, ftalatos, éteres de difenilo polibromados, colorantes de cadmio, entre otros). En tercer lugar, la superficie del microplástico puede ser un foco de concentración de contaminantes ambientales (como pesticidas y otros contaminantes orgánicos persistentes). Finalmente, los microplásticos pueden ser portadores de microorganismos adheridos a la superficie (SAPEA 2019).

Los microplásticos son ubicuos en el ambiente y se han detectado en aguas marinas, aguas residuales, agua dulce, alimentos, aire y agua potable (OMS 2019). Diversos estudios han mostrado la presencia de microplásticos en agua de consumo, especialmente en agua embotellada. Actualmente se desconocen sus posibles riesgos para la salud, que podrían asociarse a las partículas en sí mismas, a productos químicos asociados (monómeros no adheridos, aditivos del propio plástico, y sustancias químicas del ambiente adsorbidas en la superficie) y microorganismos que pueden adherirse y colonizar la superficie formando un biofilm (SAPEA 2019).

Residuos farmacéuticos

Por lo general, entre el 30 y el 90 % de la dosis de un medicamento administrado por vía oral se excreta como sustancia activa en la orina de los animales y los seres humanos. Una parte importante de los medicamentos se desecha a través de los lavabos e inodoros y acaba en el medio ambiente. En la Unión Europea (UE), la aportación de las plantas de fabricación al vertido de medicamentos y/o residuos de los mismos se considera, por lo general, insignificante.

Tras introducirse en el medio ambiente, los medicamentos se transforman y desplazan de un compartimento ambiental a otro (aguas superficiales y subterráneas, suelo y aire). Los medicamentos altamente liposolubles pueden además acumularse en el tejido adiposo de los animales y pasar así a la cadena alimentaria. Estos productos se degradan al ser digeridos y metabolizados por los organismos, o bien a través de los procesos fisicoquímicos del suelo y el agua. Algunos de los productos de degradación pueden persistir incluso después del tratamiento de las aguas residuales, lo cual es preocupante. Los posibles efectos en la salud se desconocen. El agua potable y los alimentos contienen niveles de residuos muy bajos que no se consideran peligrosos para las personas, pero pueden constituir vías de exposición de bajo nivel a largo plazo (OMS 2012).

Agua envasada y filtros domésticos de agua

A pesar de que el agua de distribución pública es segura en la mayor parte de Europa, el consumo de agua embotellada ha aumentado en España y en todo el mundo en los últimos años. Esto en parte se debe a motivaciones subjetivas como el sabor y la percepción del riesgo frente al agua del grifo. Sin embargo, la calidad del agua envasada es monitorizada en menor medida que el agua pública, y también puede contener trazas de contaminantes orgánicos provenientes del agua en origen y el envasado (Diduch *et al.* 2013). Un estudio realizado en España mostró que el nivel de nitrato promedio es ligeramente más alto en el agua embotellada en comparación con el agua de grifo en diferentes zonas (Espejo-Herrera *et al.* 2013). Finalmente, algunos estudios muestran que el agua embotellada puede tener contaminantes que le confieren cierto potencial de disrupción endocrina (Real *et al.* 2015).

Los filtros domésticos necesitan un mantenimiento adecuado, y solo son efectivos en condiciones de correcto funcionamiento.

El uso de filtros domésticos de agua se ha popularizado en los últimos años, y las tipologías de filtros son múltiples. A grandes rasgos se pueden agrupar en jarras filtrantes, ósmosis inversa u otros procesos de membrana (ultrafiltración, nanofiltración), y descalcificadores. El grado máximo de filtración se obtiene con la ósmosis inversa, que elimina prácticamente todos los químicos presentes. Posterior a la filtración se realiza una remineralización del agua ya que el agua destilada no es buena para la salud. Por otro lado, las jarras filtrantes reducen buena parte de los químicos del agua, como por ejemplo los trihalometanos (Carrasco-Turigas *et al.* 2013) y también reducen la dureza. Suelen tener una combinación de materiales como por ejemplo carbono activo y resinas que adsorben compuestos orgánicos y reducen iones. Finalmente, los descalcificadores reducen la dureza del agua a través de materiales que retienen el carbonato de calcio y magnesio. Es importante saber que los filtros domésticos necesitan un mantenimiento adecuado, y solo son efectivos en condiciones de correcto funcionamiento. El

uso inadecuado podría resultar en proliferación de microorganismos, tanto en filtros tipo jarra (Daschner *et al.* 1996) como en basados en membranas (Zhang *et al.* 2013).

Agua de recreación. Piscinas

La natación es un deporte muy practicado, con múltiples aspectos positivos como la actividad física, el alivio del dolor de espalda y el bienestar que proporciona el agua. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud identifica tres riesgos asociados a las piscinas:

1. Lesiones/ahogamiento
2. Riesgos microbianos
3. Riesgos químicos

A continuación, se describen los riesgos químicos más relevantes.

Desinfección y subproductos de la desinfección

Formación de subproductos de la desinfección. La desinfección del agua en piscinas es necesaria para evitar la proliferación y transmisión de microorganismos patógenos. El cloro es el desinfectante más utilizado, y en presencia de materia orgánica de los bañistas (orina, sudor, cabello, células, cosméticos, etc.) reacciona generando subproductos. Muchos subproductos de la desinfección identificados en las piscinas también se encuentran en el agua de bebida. Además, la presencia de materia orgánica específicamente proveniente de los bañistas tiene un elevado contenido en nitrógeno, y conduce a la formación de subproductos nitrogenados como las cloraminas (mocloramina, dicloramina, tricloramina). En concreto, la tricloramina es un compuesto volátil, irritante y de olor penetrante.

Vías de exposición. La exposición a subproductos de la desinfección en piscinas se produce principalmente por inhalación de compuestos volátiles o en aerosoles y por absorción dérmica. Los subproductos de la desinfección volátiles incluyen los trihalometanos, y la tricloramina, entre otros.

Salud respiratoria y exposición aguda. La primera evidencia de que el ambiente de la piscina podría ser tóxico para la salud respiratoria proviene de informes de casos de intoxicación aguda debido a exposiciones accidentales al cloro en piscinas. Los síntomas descritos en estos casos varían según el nivel de exposición e incluyen irritación de los ojos y las vías respiratorias, tos, sibilancias y falta de aire y, en el peor de los casos, insuficiencia respiratoria que requiere ventilación mecánica. Pero estos son casos excepcionales, y la población general no está expuesta a estos niveles.

Efectos en la infancia. La posibilidad de que la exposición al ambiente de piscinas pueda afectar la salud respiratoria de los nadadores recreativos y especialmente entre los niños ha suscitado preocupación en los últimos años. Si se detectara una asociación causal, las implicaciones para la salud pública serían relevantes. Por un lado, el asma es una de las enfermedades crónicas más frecuentes en los niños, con una incidencia, prevalencia, morbilidad, mortalidad y coste económico en aumento en las últimas décadas. Por otro lado, la natación es uno de los deportes más practicados en los países occidentales, donde el sedentarismo y la obesidad están aumentando, especialmente entre los niños.

Bebés. La asistencia a la piscina durante el primer año de vida se ha convertido en una actividad popular en muchos países. Este es un período vulnerable de la vida, y algunos estudios han evaluado el efecto de esta actividad en la salud respiratoria posterior de los niños. En general, no se ha observado un mayor riesgo de sibilancias o infecciones respiratorias en general, pero algunos estudios han descrito específicamente incrementos del riesgo entre bebés nadadores con madres atópicas. Basado en el principio de precaución, un informe del Gobierno belga (BSHC 2012) recomienda evitar la natación en piscinas cloradas durante el primer año de vida, especialmente entre los bebés con padres atópicos o asmáticos. Argumentan que los beneficios para la salud de la natación para bebés son menos pronunciados que la natación después de los tres o cuatro años y estos beneficios pueden adquirirse con otras actividades.

Los beneficios de la natación parecen superar en gran medida los riesgos potenciales de contaminación química.

Niños y niñas. Aunque todavía se necesitan más estudios, la evidencia científica en su conjunto no respalda la hipótesis de que la natación recreativa aumenta el riesgo de asma infantil. Los beneficios de la natación (prevención de la obesidad, diabetes, etc.) parecen superar en gran medida los riesgos potenciales de contaminación química, como concluyó el Consejo Superior de Salud del Gobierno belga (BSHC 2012).

Exposición ocupacional. Los trabajadores en piscinas y nadadores profesionales son poblaciones muy expuestas y se ha descrito una mayor prevalencia de síntomas respiratorios y una mayor incidencia de asma en nadadores profesionales en comparación con otros atletas de élite (Villanueva y Font-Ribera 2012).

El agua en el mundo

El uso de agua se ha incrementado más del doble que la tasa de crecimiento de la población.

La disponibilidad de agua segura es básica para la salud, bienestar, y prosperidad de las poblaciones. Sin embargo, según la Organización de las Naciones Unidas, en 2017 todavía existían 2.200 millones de personas en el mundo sin acceso a agua segura, y unos 3.000 millones no tienen los servicios necesarios para la higiene de manos en casa. Precisamente, uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible es alcanzar en 2030 acceso universal a agua segura y saneamiento para todos (Naciones Unidas).

Por otro lado, a nivel global y en el último siglo, el uso de agua se ha incrementado más del doble que la tasa de crecimiento de la población. La sobreexplotación daña la flora y la fauna, y compromete la disponibilidad futura. En Europa, la actividad humana que mayor agua consume es la agricultura (aproximadamente un 40 %), seguido de la producción de electricidad (28 %). El uso doméstico de agua representa un 12 % del total (EEA 2018). La Organización de la Naciones Unidas pronostica una creciente escasez de agua en el futuro, acentuada por el cambio climático (UNICEF 2017), y la gestión del agua equilibrando diversas demandas será una necesidad en el futuro.

Decálogo para un uso consciente del agua de consumo

Tenemos que ser conscientes de que el agua es un bien natural limitado, por lo que hay que hacer un uso adecuado y evitar malgastarla.

Como ciudadanos podemos contribuir con nuestros pequeños granos de arena:

1. Tenemos que ser conscientes de que el agua es un bien natural limitado, por lo que hay que hacer un uso adecuado y evitar malgastarla. De esta manera, las generaciones futuras podrán seguir disfrutando de este recurso esencial para la vida y la actividad humana.
2. Es altamente recomendable que evitemos utilizar los desagües como una papelera o cubo de la basura. Evitando los residuos que tiramos por el desagüe (por ejemplo, aceite de cocinar o de las latas de conserva) contribuiremos a mejorar el funcionamiento de las plantas depuradoras de agua y la calidad del agua de los ríos.
3. Las diferentes opciones de consumo de agua (grifo, embotellada, uso de filtros) tienen asociadas diversas ventajas y desventajas, y la elección final es una opción personal.
4. El uso de agua embotellada contribuye al problema de los residuos plásticos y los microplásticos, y puede conllevar a la exposición a disruptores endocrinos originados en el envase de plástico.
5. El agua pública es la que tiene un control más riguroso de la calidad, con análisis periódicos de diversos parámetros regulados.
6. El uso de filtros domésticos puede ayudar a reducir la dureza y los niveles de algunos contaminantes (como por ejemplo los trihalometanos), y pueden mejorar el sabor del agua.
7. Si utilizamos filtros domésticos, es muy importante hacer el mantenimiento adecuado para su correcto funcionamiento y evitar la proliferación de microorganismos.
8. Especialmente en fincas antiguas (anteriores a 1980), es recomendable revisar el tipo de cañerías presentes en la instalación doméstica de agua potable y evitar que sean de plomo.
9. Si queremos saber la calidad del agua en nuestra localidad, podemos solicitar información a las entidades responsables de la distribución del agua de consumo (ayuntamiento, compañía del agua, etc.) a través de los mecanismos establecidos (página web, etc.).
10. En el caso de la ciudad de Barcelona, los residentes pueden solicitar una analítica de agua de consumo del domicilio a través de la Agencia de Salud Pública de Barcelona.

Bibliografía

1. Almeida Lopes, A., Silbergeld, E. K., Navas-Acien, A., Zamoiski, R., Martins, A., Jr, Camargo, A., Urbano, M. R., Mesas, A. E., & Paoliello, M. (2017). Association between blood lead and blood pressure: a population-based study in Brazilian adults. *Environmental health : a global access science source*, *16*(1), 27. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0233-5

2. ATSDR. Division of Toxicology and Human Health (2021). Toxicological Profile for Perfluoralkyls. Draft for Public Comment). *Public Health*. https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp200.pdf

3. Belgium Superior Health Council (2012). *The issue of chlorine in swimming pools: risk attendant on baby swimming and reflections on the different methods used to disinfect swimming pools*. SHC, ed. Brussels.

4. Carrasco-Turigas, G., Villanueva, C. M., Goñi, F., Rantakokko, P., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2013). The effect of different boiling and filtering devices on the concentration of disinfection by-products in tap water. *Journal of environmental and public health*, *2013*, 959480. https://doi.org/10.1155/2013/959480

5. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of wáter for human consumption. *Official Journal L 330,* de 5 de diciembre del 1998, 32-54.

6. European Commission (2018). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the council on the quality of wáter intended for human consumption. (recast). http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/revised_drinking_water_directive.pdf

7. European Union. Directive. (UE) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). Official Journal of the European Union. 2020. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EN

8. Daschner, F. D., Rüden, H., Simon, R., & Clotten, J. (1996). Microbiological contamination of drinking water in a commercial household water filter system. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases: official publication of the European Society of Clinical Microbiology*, *15*(3), 233–237. https://doi.org/10.1007/BF01591360

9. Diduch, M., Polkowska, Ż., & Namieśnik, J. (2013). Factors affecting the quality of bottled water. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, *23*(2), 111–119. https://doi.org/10.1038/jes.2012.101

10. Espejo-Herrera, N., Kogevinas, M., Castaño-Vinyals, G., Aragonés, N., Boldo, E., Ardanaz, E., Azpiroz, L., Ulibarrena, E., Tardón, A., Molina, A. J., López-Rojo, C., Jiménez-Moleón, J. J., Capelo, R., Gómez-Acebo, I., Ripoll, M., Villanueva, C. M., & Multicase Control Study of Cancer (MCC)-Spain Water Working Group (2013). Nitrate and trace elements in municipal and bottled water in Spain. *Gaceta sanitaria*, *27*(2), 156–160. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2012.02.002

11. European Environment Agency (2018) Water use in Europe- Quantity and quality face big challenges. *European Environment Agengy.*

12. Fondo de las Naciones Unidas para los Niños (2017). *Thirsting for a Future. Water and children in a changin climate.* https://www.unicef.org/reports/thirsting-future

13. Gómez, A., Miralles, M.J., Corbella, I., García, S., Navarro, S. & Llebaria, X. (2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gaceta Sanitaria, 30,*63–68 doi: 10.1016/j.gaceta.2016.04.012.

14. Grandjean, P., & Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet (London, England)*, *368*(9553), 2167–2178. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69665-7

15. Hayes, C. R., & Skubala, N. D. (2009). Is there still a problem with lead in drinking water in the European Union?. *Journal of water and health*, *7*(4), 569–580. https://doi.org/10.2166/wh.2009.110

16. Human Rights Watch (2016) Bangladesh: 20 Millin Drink Arsenic-Laced Water. 20 Years After Discovery, Failing Goverment Response. *Human Right Watch, April 6,* 2016. https://www.hrw.org/news/2016/04/06/bangladesh-20-million-drink-arsenic-laced-water

17. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2004). Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*, *84*, 1–477.

18. Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K., Baghurst, P., Bellinger, D. C., Canfield, R. L., Dietrich, K. N., Bornschein, R., Greene, T., Rothenberg, S. J., Needleman, H. L., Schnaas, L., Wasserman, G., Graziano, J., & Roberts, R. (2005). Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environmental health perspectives*, *113*(7), 894–899. https://doi.org/10.1289/ehp.7688

19. Li, P. J., Sheng, Y. Z., Wang, Q. Y., Gu, L. Y., & Wang, Y. L. (2000). Transfer of lead via placenta and breast milk in human. *Biomedical and environmental sciences: BES*, *13*(2), 85–89.

20. Ligia, E. & Cano, M. (2019) Calidad del Agua de Consumo humano en España 2019. *Ministerio de Sanidad, España.*

21. Malde, M. K., Scheidegger, R., Julshamn, K., & Bader, H. P. (2011). Substance flow analysis: a case study of fluoride exposure through food and beverages in young children living in Ethiopia. Environmental health perspectives, 119(4), 579–584. https://doi.org/10.1289/ehp.1002365

22. Monarca, S., Donato, F., Zerbini, I., Calderon, R. L., & Craun, G. F. (2006). Review of epidemiological studies on drinking water hardness and cardiovascular diseases. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*, *13*(4), 495–506. https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000214608.99113.5c

23. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *Boletín Oficial del Estado, 45,* de 21 de febrero de 2003. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-3596

24. Real, M., Molina-Molina, J. M., Jiménez-Díaz, I., Arrebola, J. P., Sáenz, J. M., Fernández, M. F., & Olea, N. (2015). Screening of hormone-like activities in bottled waters available in Southern Spain using receptor-specific bioassays. *Environment international*, *74*, 125–135. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.006

25. Science Advice for Policy by European Academies. (2019). A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. Berlin: SAPEA. https://doi.org/10.26356/microplastics

26. United Nations (s.f.) Sustainable development Goals. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/

27. United Nations (s.f.) The humna Right to Water. Milestones. *Water Decade Programme on Advocacy and Communication*.

28. Villanueva, C. M., Cordier, S., Font-Ribera, L., Salas, L. A., & Levallois, P. (2015). Overview of Disinfection By-products and Associated Health Effects. *Current environmental health reports*, *2*(1), 107–115. https://doi.org/10.1007/s40572-014-0032-x

29. Villanueva, C. M., & Font-Ribera, L. (2012). Health impact of disinfection by-products in swimming pools. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, *48*(4), 387–396. https://doi.org/10.4415/ANN_12_04_06

30. Ward, M. H., Jones, R. R., Brender, J. D., de Kok, T. M., Weyer, P. J., Nolan, B. T., Villanueva, C. M., & van Breda, S. G. (2018). Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. *International journal of environmental research and public health*, *15*(7), 1557. https://doi.org/10.3390/ijerph15071557

31. World Health Organization. (2006). *Fluoride in drinking water.* https://www.who.int/publications/i/item/9241563192

32. World Health Organization. (2012). *Pharmaceuticals in drinking water.* https://apps.who.int/iris/handle/10665/44630

33. World Health Organization (2019) . Microplastics in drinking-water. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/326499.

34. Zhang, B., Xia, W., Li, Y., Bassig, B. A., Zhou, A., Wang, Y., Li, Z., Yao, Y., Hu, J., Du, X., Zhou, Y., Liu, J., Xue, W., Ma, Y., Pan, X., Peng, Y., Zheng, T., & Xu, S. (2015). Prenatal exposure to lead in relation to risk of preterm low birth weight: A matched case-control study in China. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, *57*, 190–195. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2015.06.051

35. Zhang, Y., Wang, Q., Lou, W., Wang, Y., & Zhu, X. (2013). Microbiological safety of household membrane water filter. *Journal of environmental biology*, *34*(2 Spec No), 481–487.

6. ¿Cómo nos afecta la contaminación acústica?

Miguel Lanaspa

Pediatra. Servicio de Pediatría del Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Son las tres de la madrugada. La ciudad y sus habitantes duermen desde hace unas horas. Es verano y la noche calurosa invita a dejar las ventanas abiertas. Corre un poco el aire. Todo está tranquilo, plácido. Suena a lo lejos el rumor constante de la gran avenida cercana, rumor que no despierta, si no mece cual ruido blanco. O, mejor dicho, gris.

De repente aparece un petardeo acercándose rápidamente. La intensidad y la frecuencia del sonido aumenta. Definitivamente se está acercando. Es una moto que, aunque sin ser de las más ruidosas, tampoco es eléctrica. El tráfico ausente le permite ir a buen ritmo, esparciendo centrífugamente unos decibelios inesperados mientras callejea por la ciudad dormida.

Durante su trayecto nocturno, el motorista despierta a algunas personas en cada calle que recorre, y rompe el ciclo del sueño de bastantes más. Mañana estarán menos descansadas, aunque algunas quizás ni siquiera reparen en ello.

Si esta moto hipotética tiene este efecto disruptivo, ¿qué impacto puede tener en nuestra salud todo el tráfico que día tras día atruena nuestras calles? ¿O puede ser que, al contrario, nos acostumbremos al run-run diario? ¿Sufre algo más en nuestro cuerpo aparte de nuestros oídos? Si sí, ¿qué podemos hacer al respecto?

Definimos ruido como sonido que se acompaña o provoca efectos indeseados.

¿Qué es ruido?

En ciencias ambientales se puede definir ruido como sonido no deseado. Esta definición tiene la ventaja de ser simple, pero es algo incompleta en el momento de analizar los efectos del ruido y la contaminación acústica en la salud. Hay gente que disfruta sintiendo en sus entrañas los bajos potentes en un concierto de *Metallica* o que le gusta bailar a un metro de los altavoces en una discoteca: aun siendo deseados, esos sonidos tienen un efecto negativo sobre su salud. Para este

capítulo hablaremos de ruido como sonido que se acompaña o provoca efectos indeseados. Las magnitudes que definen a un sonido son intensidad/nivel que se mide en decibelios[3], frecuencia y duración.

Como el ruido activa nuestro cerebro: oído y vías nerviosas

El oído es el órgano que, junto a la vista, nos aporta más información sobre nuestro entorno. Es capaz de percibir un amplio abanico de sonidos tanto en intensidad como en frecuencia. Es cierto que el oído canino, por ejemplo, es mucho mejor que el nuestro, pero eso no le resta valor al enorme potencial del oído humano. A pesar de funcionar mediante un mecanismo relativamente simple que explicaremos a continuación, el oído humano puede identificar con enorme precisión el origen de un sonido, tanto en localización como en saber qué o quién lo provoca.

El oído consta de tres partes:

- El oído externo se compone de la oreja y el canal auditivo. Las ondas de sonido, transmitidas por el aire, se colectan y guían a través del canal auditivo hacia el tímpano, una membrana flexible y circular que vibra cuando las ondas sonoras golpean en él.

3. El decibelio (dB) es la medida utilizada para expresar el nivel de intensidad del sonido. Se trata de una unidad relativa, es decir, que expresa una comparación en la intensidad de dos sonidos, para la que se ha asignado el valor 0 dB al umbral de audición del ser humano. Además, sigue una escala logarítmica, por lo que sus valores no resultan muy intuitivos para el ciudadano de a pie. Están disponibles varios sonómetros gratuitos para smartphone para medir el nivel de ruido en el día a día. Para tener una idea general de los valores de dB también son útiles tablas como la tabla 1. Se considera que el umbral del dolor en el ser humano se sitúa alrededor de 140 dB.

- El oído medio es un espacio aéreo que se sitúa detrás del tímpano y en el que se encuentran los huesos más pequeños del cuerpo humano: el martillo, el yunque y el estribo. Estos huesos están colocados en cadena uno tras otro y sirven de puente entre dos membranas: el tímpano por un lado (oído externo) y la ventana oval por el otro (oído interno). Dado que el tímpano es mucho mayor que la ventana oval y que la cadena de "huesecillos" transmite las vibraciones de manera eficiente (esto es, con escasas pérdidas), el resultado es que el oído medio funciona como un amplificador de sonido. Ante sonidos muy potentes (por encima de los 80 dB), los músculos que mantienen unidos a los "huesecillos" se pueden tensar disminuyendo su movilidad y protegiendo así al oído interno.

Tabla 1. Niveles de ruido en decibelios (umbral del dolor: 140 dB). Fuente: elaboración propia.

- El oído interno, o cóclea, tiene forma de concha de caracol y consta de muchas secciones membranosas llenas de líquido. Cuando los "huesecillos" conducen el sonido a la ventana oval, el líquido dentro de la cóclea se mueve y desplaza los cilios ("pelillos") que cubren las células nerviosas auditivas, moviéndolos como si fuesen plantas marinas siguiendo el vaivén de las olas. Este movimiento activa las células auditivas que, a su vez, envían impulsos eléctricos a través de los nervios auditivos hacia el cerebro, donde son interpretados como sonido. Estas células ciliadas son muy frágiles y se pueden destruir si se someten a intensidades sonoras excesivas, con el agravante de que no se regeneran.

La OMS calcula que anualmente se pierden más de un millón y medio de años de vida sana en Europa debido a la contaminación acústica.

Los impulsos eléctricos que recorren los nervios auditivos son interpretados en diferentes partes del sistema nervioso central, empezando por los núcleos cocleares del tronco cerebral. En esos núcleos se analizan la duración, frecuencia e intensidad de los sonidos y a partir de esa información nuestro cerebro puede actuar o no, de manera consciente o inconsciente. Si todas esas frecuencias e intensidades resulta que componen nuestro nombre pronunciado por un humano, buscaremos la fuente del sonido para responder. Si es una música, probablemente se activarán emociones asociadas con la memoria que tenemos de la melodía. Si son ruidos fuertes y abruptos, como una explosión o el rugido de un depredador o el motor de una motocicleta nocturna, nos sobresaltaremos y nos pondremos en alerta.

Esta activación de nuestros sistemas de alerta es la respuesta más inconsciente y primitiva que tenemos ya que la información ni siquiera llega a la corteza cerebral, sino que se procesa a través del sistema nervioso autónomo. Simplificando mucho, mediante este sistema autónomo se prepara inconscientemente al organismo para responder a una amenaza, ya sea huyendo o atacando. Es un sistema extremadamente útil en el reino animal ya que permite responder a los ataques esporádicos de los depredadores con una potente descarga de adrenalina, pero cuya activación constante, como la que sufrimos por el ruido que nos rodea, puede acarrear importantes inconvenientes, como veremos más adelante. En otras palabras, como en otras situaciones que afligen al ser humano, no ha habido tiempo para que ocurra una adaptación evolutiva que nos proteja de esta (relativa) nueva característica de nuestro entorno.

Impacto del ruido en nuestra salud

Se dice que el famoso microbiólogo Robert Koch, unos años después de ganar su Premio Nobel en 1905 dijo que "*Algún día, el ser humano tendrá que luchar contra el ruido con tanta fiereza como contra el cólera o la peste*". La Organización Mundial de la Salud calcula que anualmente, se pierden más de un millón y medio de años de vida sana (en inglés, DALYs[4]) en Europa debido a la contaminación acústica, lo que la sitúa como segunda causa ambiental de problemas de salud, cerca de la carga de enfermedad atribuible a la contaminación atmosférica. Sin embargo, el nivel de concienciación de la población general difiere enormemente entre estas dos importantes causas de enfermedad. Veamos a continuación los efectos más relevantes del ruido en nuestra salud.

4. DALYs (*Disability Adjusted Life Years*. En castellano: años de vida ajustados por discapacidad) es una medida utilizada para calcular la carga de diferentes enfermedades en la población. Tiene en cuenta tanto los años potenciales de vida perdidos (debido a una muerte por enfermedad) como los años de vida vividos con una discapacidad, ponderados según el nivel de discapacidad con un coeficiente que va desde el 0 (salud perfecta) al 1 (máxima discapacidad o muerte). Por ejemplo, el coeficiente de discapacidad por sordera se sitúa alrededor de 0,3, el de depresión mayor o ceguera es de 0,6, y el de psicosis activa o demencia de 0,9 aproximadamente.

Oído

El ruido es un problema íntimamente relacionado con el desarrollo. Si bien es cierto que hay zonas rurales o semirurales en las que se pueden registrar altos niveles de ruido (como por ejemplo casas cercanas a vías del tren, autopistas o aeropuertos), es sobre todo en las ciudades donde los niveles de ruido acaban afectando a la salud. Actualmente, el 55 % de la población mundial vive en ciudades, y este porcentaje casi llegará al 70 % en 2050, según datos del Banco Mundial. En España, el 80 % de la población reside en zonas urbanas.

La exposición a sonidos por encima de 85 dB puede acarrear la destrucción de células ciliadas del oído interno y, por tanto, una pérdida auditiva irreversible.

La exposición a sonidos por encima de 85 dB, aunque sean de corta duración, puede acarrear la destrucción de células ciliadas del oído interno y, por tanto, una pérdida auditiva irreversible. Más preocupante es la exposición crónica a sonidos que pueden parecer inocuos, como el ruido de fondo de una ciudad, que también conllevan una pérdida auditiva que puede pasar desapercibida. El 75 % de los habitantes de ciudades industrializadas padece algún grado de sordera, aunque ese efecto no se aprecia claramente en la audición de los niños. Sin embargo, si se añade el uso frecuente de auriculares con música por encima del ruido urbano de fondo, nos encontramos con adolescentes y adultos jóvenes con pérdidas auditivas moderadas-graves en frecuencias agudas, típicas de personas mayores. Dicho con otras palabras, la exposición continuada al ruido excesivo está provocando un envejecimiento prematuro de nuestra audición de hasta diez años. En niños y adolescentes esta pérdida auditiva no es tan acentuada y se asocia al uso de auriculares de forma habitual.

Una situación muy diferente, más dramática pero generalmente de mejor pronóstico, es el trauma acústico. Se trata de una pérdida de audición repentina por exposición a un ruido breve y muy potente como, por ejemplo, una explosión o un petardo a poca distancia. En este caso, la pérdida auditiva suele ser por perforación del tímpano y/o lesión de la cadena de "huesecillos" y se puede intentar reparar quirúrgicamente, aunque según la intensidad de la explosión, los daños pueden ser irreversibles.

Sueño

El sueño es un proceso fisiológico extremadamente importante para nuestra salud. Consta de cinco fases sucesivas, cada una con su función propia y su patrón característico de ondas cerebrales. Si se suceden las cinco fases ininterrumpidamente, de la fase I (más superficial) a la fase IV (más profunda) seguida de la fase REM[5], se considera que se ha completado un ciclo de sueño. Éste suele durar entre noventa y ciento diez minutos y a lo largo de la noche se pueden completar entre cuatro y seis ciclos. En lactantes, el ciclo del sueño es más corto, de unos cuarenta y cinco minutos, y es frecuente que se acabe con un despertar o micro-

5. REM, del acrónimo en inglés de *Rapid Eye Movement* (Movimiento Rápido del Ojo).

Dormir en ambientes ruidosos, fracciona el sueño, rompe el ciclo y priva al organismo de los beneficios de las fases más profundas del sueño.

despertar.En ausencia de molestias, nos solemos despertar después de una fase REM cuando el sueño es más superficial y se ha completado un ciclo de sueño. Sin embargo, podemos despertarnos en cualquiera de las fases, si bien un despertar en la fase IV será olvidado rápidamente. Estos despertares durante el ciclo de sueño, aunque no se recuerden y tengamos la impresión de haber dormido "del tirón", tienen un grave efecto ya que se vuelve a la casilla de salida: la fase I del sueño, sin haber disfrutado de los beneficios del sueño profundo y del sueño REM.

Dormir en ambientes ruidosos, o la presencia de ruidos inesperados como el de la motocicleta del ejemplo inicial, o el del camión de la basura, fracciona el sueño, rompe el ciclo y priva al organismo de los beneficios de las fases más profundas como pueden ser la bajada de la presión sanguínea, la producción de serotonina (hormona "antiestrés") y la consolidación de los recuerdos del día anterior. Esto último es indispensable para asegurar el aprendizaje en los niños, que no es más que un refuerzo y reestructuración de los recuerdos en incipientes esquemas mentales. Además, una mala higiene del sueño aumenta el distrés emocional que se manifiesta generalmente como irritabilidad en niños y distimia o depresión en adultos. La Agencia Europea de Salud calcula que en Europa hay actualmente 6,5 millones de personas que padecen alteraciones del sueño graves.

Nivel de estrés y efecto cardiovascular

El ruido de fondo en las ciudades supone un ronroneo de alrededor 60-70 dB que vendría a corresponder a vivir cerca de un viejo aparato de aire acondicionado constantemente encendido. Por encima de 65 dB nuestro cerebro interpreta un ruido como una amenaza potencial por lo que se activa nuestro sistema nervioso autónomo y aumenta la frecuencia cardíaca y la presión arterial entre otras respuestas. Por tanto, un paseo por el Paseo de Gracia, la Castellana, los Campos Elíseos o bajo los jacarandás de la Avenida del Libertador puede que sea mucho menos relajante de lo que nos parece a primera vista.

Podemos llegar a acostumbrarnos al nivel de ruido de fondo urbano con lo que disminuirá el efecto psicológico del estrés, pero el organismo seguirá secretando adrenalina y cortisol como respuesta del estrés inconsciente a amenazas potenciales. Por un lado, dejamos de agobiarnos en exceso cada vez que pasa una moto mal insonorizada (lo cual es positivo para modular nuestro estrés), pero por otra parte dejamos de evitar situaciones de ruido excesivo, lo cual contribuye a un aumento de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. Ese aumento de riesgo es modesto, pero al ser muy prevalente acaba teniendo un efecto nada desdeñable en el conjunto de la sociedad. Se calcula que en la Unión Europea el ruido ambiental causa casi 50.000 nuevos casos de cardiopatía isquémica cada año, así como unas 12.000 muertes.

Los efectos psicológicos del ruido son aquellos que derivan de la evaluación subjetiva de un ruido más que de las propiedades físicas del sonido en sí.

Los datos sobre el efecto del ruido en el sistema cardiovascular de los niños no son concluyentes. Aquí estamos omitiendo el efecto deletéreo indirecto que supone para un niño tener un progenitor enfermo. Considerando únicamente los efectos directos, puede ser que, como los parámetros que se utilizan para evaluar los efectos cardiovasculares (presión arterial, frecuencia cardíaca) son muy variables en niños, no se detecten diferencias estadísticamente significativas entre grupos más o menos expuestos, o que haya una pérdida de elasticidad en la pared arterial que no sea suficientemente importante como para repercutir en la presión arterial, o que realmente no haya ningún efecto. En todo caso, teniendo en cuenta los datos en adultos y niños en su conjunto, sería razonable mantener una postura no alarmista pero prudente.

Efectos psicológicos del ruido

Los efectos psicológicos del ruido, lo que también se denomina estrés ambiental en algunos ámbitos de la psicología, son aquellos que derivan de la evaluación subjetiva de un ruido más que de las propiedades físicas del sonido en sí. Coloquialmente se puede resumir con la frase "*Sonido es lo que yo hago, ruido es lo que hace mi vecino*". En definitiva, sonidos que carecen de la intensidad necesaria para hacer peligrar nuestra audición o la elasticidad de la pared de nuestras arterias, pueden ser perjudiciales para nuestro bienestar si los asociamos a algo negativo, como por ejemplo el vecino maleducado cuya risa nos irrita porque nos recuerda que lo tenemos al otro lado de la pared de nuestra casa.

Existen varias opciones que podemos llevar a cabo en nuestra vida diaria para disminuir los efectos del ruido.

Existen características sonoras que también nos crean estrés ambiental, aunque el ruido no esté asociado a nada negativo en concreto, como veíamos en el ejemplo del vecino. Sonidos intermitentes, aperiódicos e imprevisibles son percibidos como molestos en mayor medida que sonidos continuos o rítmicos, en parte porque nos resulta mucho más difícil acomodarnos a ellos y acabar obviándolos. Un sonido que capte nuestra atención tiene la capacidad de desconcentrarnos y nos causará sensación de desagrado. El acúmulo de estas molestias, a la larga, puede provocar cefaleas, irritabilidad, agresividad y ansiedad, e incluso contribuir a efectos adversos cardiovasculares (ver la *Pirámide de efectos* en la figura 11). Es posible que los niños sean menos sensibles a estos efectos que los adultos.

Figura 11. Pirámide de efectos. Fuente: basada en la OMS 1972, Babisch 2002.

Aprendizaje

Los efectos negativos del ruido que hemos descrito hasta ahora afectan en mayor medida a adultos y presentan consecuencias menos relevantes o no estudiadas en niños. Con el aprendizaje y, en general, con las habilidades cognitivas superiores sucede lo contrario. La Agencia Europea de Salud calcula que unos 12.500 niños escolarizados en la Unión Europea tienen problemas con la lectura como consecuencia del ruido de aviones.

El ruido, sobre todo si es intermitente, impredecible y con una intensidad superior o igual a 60 dB (equivalente a la intensidad sonora de una conversación), tiene la capacidad de atraer involuntariamente la atención y, por lo tanto, de interrumpir las tareas que estemos llevando a cabo en ese momento. Este efecto disruptivo es más dramático en niños ya que les cuesta más reenganchar la tarea que estaban realizando. Además, la distracción auditiva repetida lleva a una situación de fatiga atencional que puede perdurar unas pocas horas incluso cuando el ruido ha desaparecido.

Uno de los ejemplos más ilustrativos es el caso de la Escuela Pública 98 en Nueva York. Esta escuela se sitúa entre un parque al oeste y un tramo elevado del metro al este. La jornada lectiva se veía interrumpida quince veces al día durante treinta segundos por el paso del metro, que provocaba un ruido de unos 85 dB. A mediados de los setenta, unos investigadores evaluaron el nivel de lectura de los estudiantes de la escuela y observaron que los alumnos de las clases del este tenían un retraso de entre tres meses y un año comparado con sus compañeros del oeste. Esta diferencia desapareció tras instalar ventanas aislantes y almohadillas de caucho en las vías del tren que permitieron disminuir la intensidad sonora en 10 dB.

En otro estudio realizado en Madrid, se expuso a escolares de entre once y trece años al ruido de tráfico rodado (la M-30) a diferentes intensidades (50, 60 y 70 dB). Se observó que la capacidad de atención disminuía significativamente aún con intensidades de ruido bajas, y que el rendimiento en memoria verbal también se veía afectado, especialmente a partir de 70 dB.

Qué podemos hacer al respecto

El primer consejo sirve para prácticamente todos los momentos de la vida y es el siguiente: hay que mantener la calma. Como se ha visto, hay un componente subjetivo del estrés generado por el ruido, molestia de la que a menudo podemos ser conscientes y sobre la que podemos actuar, dentro de las posibilidades de cada uno.

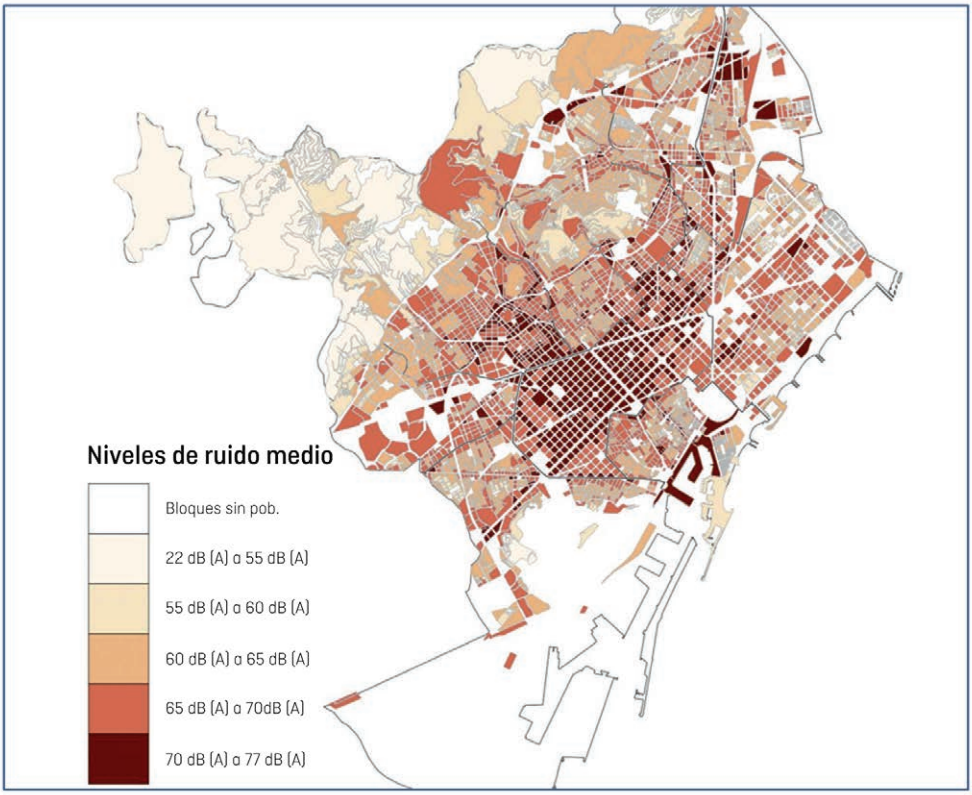
Veamos consejos más prácticos:

- Hablar con nuestros hijos sobre los riesgos del ruido.
- Poner una reclamación o informar del nivel de ruido excesivo en locales a los que acudamos. Los cines a veces confunden buena calidad de sonido con volumen atronador y se pueden adaptar al cliente si reciben sugerencias al respecto. Algunos restaurantes o comercios también ponen la música ambiental a un volumen que dificulta la conversación. En discotecas es poco probable que una reclamación en ese sentido surta efecto.
- Informar a las autoridades competentes sobre situaciones ruidosas (industrias, carreteras, zonas de ocio, cines…). La normativa europea es muy estricta con respecto a la lucha contra el ruido.
- Evitar el eco en nuestros domicilios que se maximiza en estancias vacías, rectangulares y con paredes planas: poner muebles, cortinas, cuadros, gotelé…, en definitiva, cualquier elemento que obstaculice la propagación del sonido.
- Evitar la televisión o radio encendidas a todas horas ya que obligan a elevar la voz para comunicarse.
- Acostumbrarse a escuchar música o la televisión con un volumen bajo.
- Colocar cristales dobles en la parte del domicilio que dé a una calle ruidosa, una buena inversión para la salud acústica pero también para el ahorro energético.
- Priorizar una distribución de estancias en la que las habitaciones estén en el lado más tranquilo del domicilio: esto mejora la calidad del sueño.
- Adquirir electrodomésticos poco ruidosos, o colocarlos lejos de las habitaciones y/o zonas comunes. Si eso no es posible, programarlos para que funcionen mientras estamos fuera del domicilio.
- Usar cascos de protección de ruido si se realizan actividades ruidosas (cortar césped…) o se acude a ambientes ruidosos (eventos deportivos…). Es altamente aconsejable por encima de 80 dB y obligatorio por encima de 85 dB.
- Evitar el uso de hisopos para la higiene del conducto auditivo ya que aumenta el riesgo de lesionar el tímpano y de generar un tapón de cera. Los tapones de espuma también aumentan modestamente el riesgo de tener tapones de cera.
- Usar cascos que cubren el pabellón auricular más que auriculares de inserción. Los cascos completos ("tipo *disc jockey*") aíslan del ruido ambiente y permiten escuchar música clara a volúmenes bajos. Con

los auriculares de inserción (los de toda la vida), hay que poner un volumen por encima del ruido del entorno para poder escuchar bien la música.

- Limitar el uso de auriculares según la regla del 60-60 por la que aboga la OMS: no escuchar música con reproductores personales durante más de una hora al día (60 minutos) y a un nivel máximo del 60 % de la capacidad de sonido del dispositivo.
- Limitar el tiempo de exposición para que los oídos descansen regularmente. Como ejemplo, en una discoteca, se aconseja hacer pausas de diez minutos cada cuarenta y cinco minutos o de treinta minutos cada dos horas.
- Mapear el ruido de las ciudades, como el realizado por la Universidad de Vic en Barcelona (figura 12), y evitar las zonas más ruidosas.
- Medir los decibelios de calles o parques con una aplicación gratuita para *smartphone* para priorizar trayectos menos ruidosos o zonas más tranquilas.

Figura 12. Mapeo del ruido de las calles de Barcelona. Fuente: Universidad de Vic, 2018.



Bibliografía

1. Bronzaft, A.L. y McCarthy, D.P. (1975) The effect of elevated train noise on reading ability. *Environment and Behavior*, 7(4), 517-528. https://doi.org/10.1177/001391657500700406

2. Esteban, A. de (2003) Contaminación acústica y salud. *Observatorio medioambiental*, *6*, 73-95. https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0303110073A

3. Lagonigro, R., Martori, J.C. y Apparicio, P. (2018). Environmental noise inequity in the city of Barcelona. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 63*, 39-319.

4. López, I; Carles, J.L. y Herranz, A. (2000) El estudio de los aspectos perceptivos en la acústica ambiental. *Revista de Acústica*, 31(3-4), 1-5.

5. Tamburlini, G., von Ehrenstein, O. S. & Bertollini, R. (2002) . Children's health and environment: a review of evidence: a joint report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe. *Office for Official Publications of the European Communities.* https://apps.who.int/iris/handle/10665/107338

7. Contaminación atmosférica y exposición durante la infancia

Ariadna Curto
Epidemióloga ambiental. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Natalia Ortega
Coordinadora de proyecto. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Cathryn Tonne
Epidemióloga ambiental. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Introducción

¿Qué es la contaminación del aire?

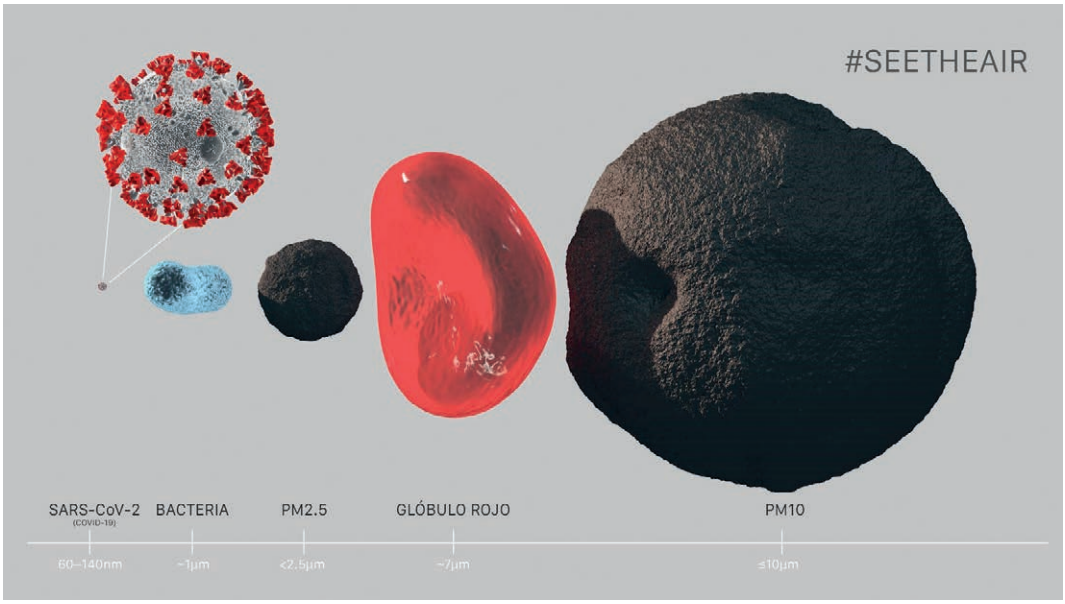
La contaminación del aire (o atmosférica) es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire y de gases que tienen efectos nocivos sobre nuestra salud y sobre el medio ambiente. Las fuentes de contaminación atmosférica pueden ser naturales (por ejemplo, la erupción de un volcán, un incendio forestal o el polvo del desierto del Sahara) o antropogénicas (por ejemplo, el tráfico terrestre y marítimo). Aunque las fuentes también pueden variar según se trate de zonas rurales o urbanas, en este capítulo nos centraremos en las fuentes urbanas, puesto que la mayoría de la población mundial vive hoy en día en ciudades.

Principales contaminantes

Partículas

- Las partículas finas (conocidas como $PM_{2.5}$ en inglés) son la fracción de materia particulada con un diámetro de 2,5 µm o menos, siendo hasta treinta veces más pequeñas que el cabello humano (ver figura 13). Las partículas también pueden contener fracciones de mayor tamaño (por ejemplo, PM_{10} o partículas con un diámetro de 10 µm o menos) y aún más pequeñas (por ejemplo, las partículas ultrafinas con un diámetro de 0,1 µm o menos).
- La clasificación de las partículas según su tamaño se ha utilizado ampliamente en investigación porque determina su transporte en la atmósfera y la distancia que la partícula alcanza en el sistema respiratorio humano una vez que es inhalada. Las partículas finas, por ejemplo, pueden viajar profundamente en el tracto respiratorio, llegando a los pulmones. Las ultrafinas, pueden pasar de los pulmones a otros órganos sensibles e incluso superar la barrera de la placenta humana y llegar potencialmente al feto. Sin embargo, no hay que olvidar que la forma, la densidad y las propiedades químicas y tóxicas del material particulado también determinan el posible efecto nocivo de las partículas en la salud.

Figura 13. Comparación del tamaño de partículas finas ($PM_{2.5}$) y gruesas (PM_{10}) con glóbulos rojos, bacterias y virus. Fuente: elaboración por Sotirios Papathanasiou (seetheair.org).



- El carbono negro, también conocido como hollín, es el principal componente de las $PM_{2.5}$ y se genera durante la combustión incompleta de combustibles fósiles. Se ha demostrado que además de ser un potente causante del calentamiento global, también tiene efectos sobre la salud: aumenta la mortalidad total y la mortalidad por causas cardiopulmonares.
- El polen, al igual que las anteriores partículas, se encuentra disperso en el aire que respiramos, y es la interacción entre los anteriores contaminantes lo que lo hace una amenaza para la salud en espacios urbanos. Las partículas contaminantes, de menor tamaño que el polen, se depositan en su superficie y entran en las vías respiratorias, causando una agravación de los episodios alérgicos que no observamos en ausencia de polución.

Gases

- El monóxido de carbono (cuya fórmula química es CO) es un gas incoloro, no irritante, inodoro e insípido. Aunque el CO se puede encontrar en áreas urbanas al aire libre debido a la presencia de motores de combustión (incluidos los vehículos de motor y generadores de gasolina y diésel), su relevancia se encuentra principalmente en ambientes interiores.
- El dióxido de carbono, conocido como CO_2, es un gas que se encuentra en la atmósfera de manera creciente, como consecuencia de nuestra actividad socioeconómica, y principal causante del calentamiento global. Sus efectos a largo plazo se desconocen, ya que nos encontramos frente a niveles excepcionales, pero se ha demostrado que en espacios interiores (a partir de concentraciones de 500 ppm) podría tener afectaciones psicomotrices (disminución de la memoria) y fisiológicas (aumento de la ventilación o de la frecuencia cardíaca.) (Azuma *et al.*, 2018).
- Los óxidos de nitrógeno, entre los que destaca el dióxido de nitrógeno (NO_2), son generados durante la reacción del nitrógeno y el oxígeno durante la combustión de combustibles fósiles a altas temperaturas, y en menor parte por la incidencia de luz solar. La concentración más relevante se produce en carreteras con tráfico denso.
- Entre los óxidos de azufre, encontramos mayoritariamente el dióxido de azufre o SO_2. Mientras una pequeña parte de los que encontramos en el aire son fruto de la actividad volcánica, la principal contribución se genera en plantas industriales y de generación de energía, debido al uso de combustibles fósiles con alto contenido en azufre (carbón y petróleo), y durante la actividad extractiva de metales.

- Los compuestos orgánicos volátiles (COVs), son moléculas de alta volatilidad que encontramos tanto en la naturaleza como en productos industriales. Los COVs nocivos para la salud humana son de origen antropogénico y los encontramos en mayor concentración en el interior, pero tienen mucha importancia en el exterior por su alta reactividad con los óxidos de nitrógeno, y sus niveles están regulados.
- El ozono (cuya fórmula química es O_3) a nivel del suelo, se hace visible en forma de esmog (mezcla entre humo y niebla) como consecuencia de la reacción química entre los NO_x, los COVs y la luz solar. Es típico de días soleados y calurosos, y es capaz de desplazarse grandes distancias, poniendo en riesgo áreas rurales.

La OMS calcula que cada año mueren siete millones de personas debido a la contaminación atmosférica en todo el mundo.

Epidemiología / Importancia como factor de riesgo

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que cada año mueren siete millones de personas debido a la contaminación atmosférica en todo el mundo. Los datos más graves los encontramos en países de renta media y baja, a menudo altamente poblados. Así, en países como China, Bangladesh o Pakistán, se quintuplican los valores anuales recomendados para $PM_{2.5}$ (OMS, 2018). Globalmente, se estima que el 13 % de las muertes debidas a infecciones respiratorias de las vías respiratorias inferiores podrían ser causadas por la exposición a contaminantes atmosféricos en población infantil menor de cinco años, siendo una de las poblaciones más susceptibles y afectadas (IHME, 2020).

En España se calcula que un 2 % de las muertes podría ser consecuencia de la polución del aire, tanto ambiental como interior, en la población entre cero y catorce años en 2019 (GBD, 2020). Un estudio que analizó datos de diecinueve ciudades españolas estimó que 2,9 millones de muertes fueron causadas por los niveles de contaminación entre 2001 y 2014 (Liu *et al.*, 2019). Datos de 2019 revelan que solo en la ciudad de Barcelona se podrían haber evitado 1.000 muertes teniendo en cuenta los niveles medios de $PM_{2.5}$ y NO_2 comparado con los valores máximos establecidos por la OMS (Rico *et al.*, 2019).

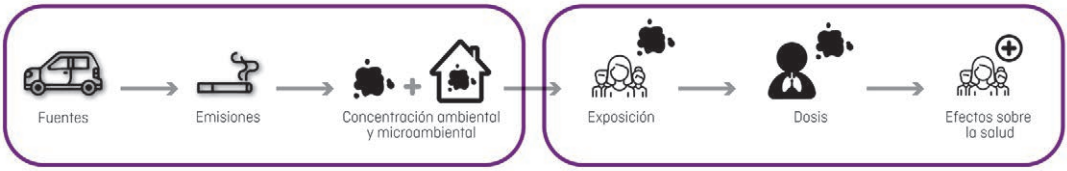
En la actualidad, la mayoría de ciudades europeas sobrepasan los niveles establecidos por la Comisión Europea, por lo que existe la necesidad de revisar los niveles límites de contaminantes para reducir al máximo las muertes que se producen y para mejorar la calidad de vida de las personas.

¿Cómo la medimos?

La contaminación del aire, así como otras exposiciones ambientales, es compleja de medir puesto que varía de persona en persona y en el espacio y el tiempo. Además, se puede medir en las diferentes etapas del recorrido o camino físico que un

contaminante del aire toma desde la fuente de emisión hasta penetrar en nuestro organismo (ver figura 14).

Figura 14. Recorrido de un contaminante atmosférico desde la fuente de emisión hasta penetrar en nuestro organismo y causar efectos sobre la salud. Fuente: elaboración propia.



En epidemiología ambiental solemos medir la contaminación usando cuatro estrategias distintas:

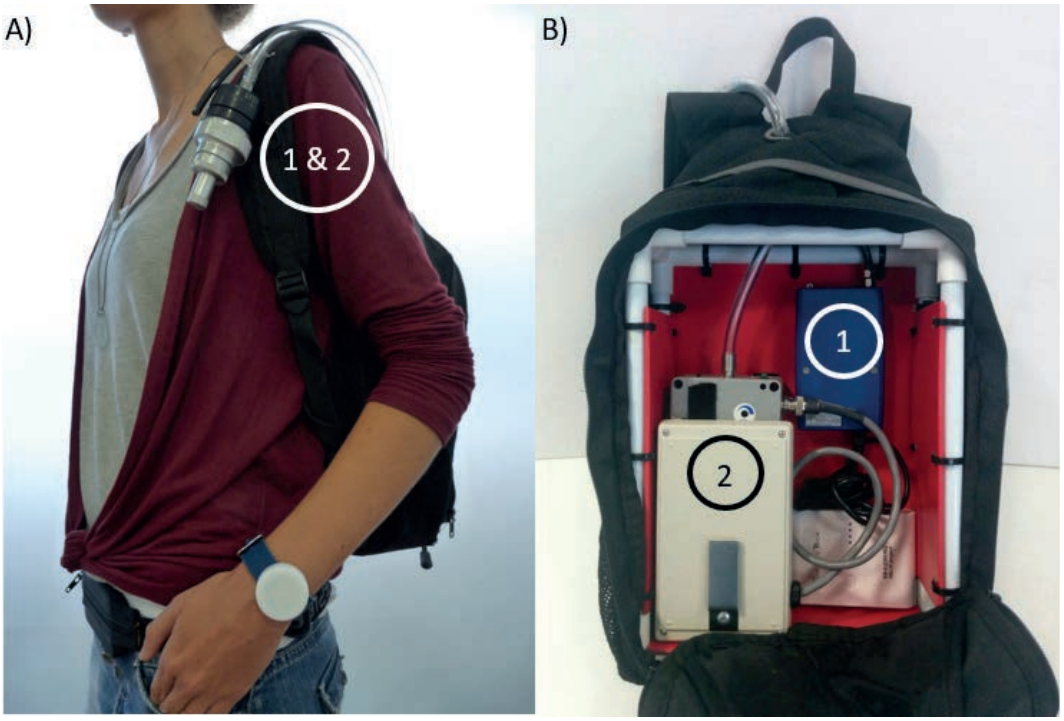
- Monitorización ambiental: con las estaciones para el control de la contaminación atmosférica, situadas estratégicamente en las ciudades para representar todos los tipos de vías, podemos estimar la concentración de contaminantes en el aire. Normalmente se usa la proximidad de la casa donde vive una persona a esa estación para estimar la exposición crónica de la misma. Hoy en día también se usan modelos estadísticos que ayudan a predecir con más resolución espacial la concentración dada en una coordenada geográfica concreta (por ejemplo, una escuela) donde no hay una estación.

- Monitorización de microambientes: la población infantil que vive en áreas urbanas pasan más del 90 % de su tiempo en microambientes específicos, como el hogar, la escuela y el transporte urbano. Se puede medir la concentración de contaminantes en estos microambientes mediante el uso de medidores portátiles durante tiempos relativamente largos (por ejemplo, semanas) cuando se dispone de conexión continua y fácil a la electricidad.

- Monitorización personal: cuando monitorizamos a las personas ya estamos hablando del significado más estricto de exposición, puesto que el medidor se desplaza con la persona. Algunos medidores de partículas caben en una mochila (ver ejemplo figura 15) que niños, niñas y adolescentes pueden llevar consigo allí donde vayan. Como se muestra en la figura, hay un tubo que permite capturar el aire que los niños, niñas y adolescentes están respirando en ese momento y lugar.

- Marcadores biológicos: los biomarcadores son la manera más idónea de medir los efectos de los contaminantes del aire en la salud puesto que capturan la dosis o cantidad de contaminante que los niños, niñas y adolescentes realmente inhalan y acaba penetrando en su organismo (a través del tracto respiratorio) y que por lo tanto acaba provocando una respuesta biológica (tanto a nivel molecular, celular como fisiológico). La dosis no solo dependerá del tipo de contaminante (gas, tamaño de partícula, composición química) y de la exposición (concentración, duración, frecuencia) sino también de la edad y el peso del niño/a y de su ritmo respiratorio, lo que influirá en la tasa de inhalación (por ejemplo, a más ejercicio físico, más inhalación).

Figura 15. Ejemplo de medidores de exposición personal a la contaminación atmosférica usados por embarazadas y población infantil entre seis y once años en el proyecto europeo HELIX (Donaire-González *et al.*, 2019). La foto A muestra los tubos con el captador a la altura de la zona respiratoria y la foto B muestra los medidores en el interior de la mochila (con sus respectivas baterías externas). El equipo 1 es un medidor de carbono negro y el equipo 2 es un medidor de partículas finas o $PM_{2.5}$.



Exposición en exterior y en interior: ¿qué similitudes y diferencias hay?

La contaminación del aire en espacios exteriores e interiores está estrechamente relacionada: aunque su composición química puede variar, y así su toxicidad, una buena calidad del aire exterior, condiciones meteorológicas favorables o una ventilación adecuada, dispersará o disminuirá la entrada de partículas y gases contaminantes en el interior.

Aunque es menos frecuente hablar de la contaminación en espacios interiores, sus efectos sobre la salud son también relevantes.

Aunque es menos frecuente hablar de la contaminación en espacios interiores, sus efectos sobre la salud son también relevantes. Esto se debe a varios factores. En primer lugar, pasamos la mayoría del tiempo en el interior (casa, trabajo o escuela), por lo que, a lo largo de un día, estamos más expuestos a la calidad del aire interior que exterior. Segundo, se ha observado que la concentración de los contaminantes puede ser entre dos y cinco veces mayor en el interior. Esto estará influenciado por las condiciones del espacio donde habitemos: el aislamiento del exterior, la altura del piso, la distancia a una calle altamente transitada, el uso de purificadores, la energía utilizada en la cocina y la calefacción (electricidad, gas, leña...) y el tipo de muebles y su revestimiento. Asimismo, como veremos a lo largo del presente capítulo, la actividad que se lleve a cabo en él (cocina, limpiar el polvo, obras, humo del tabaco) también juega un papel clave.

Calidad del aire ambiental (o exterior)

Fuentes de emisión en ciudades: el tráfico y la industria

Como se ha descrito en el apartado *Principales contaminantes*, la mayor parte de contaminantes atmosféricos se generan a partir del tráfico rodado y de la industria. En Barcelona, el 60 % del NO_2 y entre el 40 y el 60% de las partículas finas proviene de los vehículos (sobre todo aquellos que usan diesel y especialmente los anteriores al 2018). Es importante destacar que las partículas no solo se generan en el tubo de escape, también provienen del desgaste de las partes del vehículo (sobre todo las ruedas) y también se pueden resuspender cuando se circula, por ello la importancia de reducir la velocidad de circulación y el peso en los vehículos (Ajuntament de Barcelona, 2019).

En segundo lugar, encontramos las emisiones de la industria y del puerto. En esta última, Barcelona es la ciudad con más emisiones de NO_2 en Europa, seguido de Palma de Mallorca y Venecia. En Madrid encontramos porcentajes similares para el tráfico rodado, aunque el transporte aéreo contribuye con un 26 % del total de las emisiones de NO_2 (Ayuntamiento de Madrid, 2017). La contaminación industrial tendrá diferente peso dependiendo de la situación del área industrializada

respecto a la ciudad, y sus tipos de emisiones dependen estrechamente del tipo de actividad que lleven a cabo. Así, la industria que más afecta a la calidad del aire en España es la energética, seguida del petróleo y de la producción de cemento.

¿Cuáles son las directrices y regulaciones vigentes?

La OMS es la agencia internacional que fija las recomendaciones internacionales en calidad del aire para diferentes contaminantes. Estas guías no son de carácter legislativo, por lo que su incumplimiento no tiene consecuencias. Aun así, son una herramienta crucial para guiar las decisiones de los gobiernos e instituciones.

A nivel europeo, la Directiva 2008/50/EC del Parlamento Europeo relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa establece límites en la concentración de contaminantes atmosféricos y los penaliza, de manera que sobrepasar los límites un mayor número de las veces permitidas (de tres veces para el SO_2 y hasta treinta y cinco para las concentraciones de PM_{10}) conlleva a sanciones en los años posteriores. Para información más detallada sobre los límites específicos para cada contaminante ver las referencias (OMS, 2005; Comisión Europea, 2008). Cabe destacar que en ambas regulaciones (OMS y Unión Europea) aún existe un vacío sobre los niveles de partículas ultrafinas y carbono negro, a pesar de la amenaza que suponen para la salud.

Efectos sobre la salud

En general, la población infantil es más susceptible de sufrir enfermedades de las vías respiratorias.

Enfermedades respiratorias

En general, la población infantil es más susceptible de sufrir enfermedades de las vías respiratorias debido a que éstas tienen un menor diámetro, y a que los niños, niñas y adolescentes tienen una mayor frecuencia respiratoria y un mayor recambio metabólico (es decir, las moléculas se degradan y se sintetizan con más frecuencia que en adultos). Varios estudios transversales encuentran menor capacidad pulmonar en niños, niñas y adolescentes que viven en áreas más afectadas por la polución del aire (Zhao *et al.*, 2020), síntoma que nos alerta de la relación que tiene con el desarrollo de otras enfermedades.

- Asma: el asma es la enfermedad más claramente asociada a la contaminación atmosférica, de acuerdo con la evidencia científica actual. El asma provoca la inflamación y el estrechamiento de las vías respiratorias pulmonares, que provoca dificultad para respirar y se manifiesta con sibilancias (sonidos agudos durante la respiración), falta de aliento, tos y opresión en el pecho. Además, se ha relacionado con costes indirectos negativos como un mayor número de ausencias escolares, más visitas a urgencias hospitalarias y un aumento en las

admisiones hospitalarias por episodios agudos de asma. En 2017, una recopilación de múltiples estudios evidenció el papel de los altos niveles de contaminación debido al tráfico, el que incrementa los niveles de $PM_{2.5}$, PM_{10}, carbono negro y NO_2, y su relación con el desarrollo de la enfermedad (Khreis *et al*., 2017).

- Bronquitis: la bronquitis es una inflamación o irritación del revestimiento de los bronquios que causa tos con expectoración incolora, y la causa mayoritaria es el tabaco. Además, se ha observado que la exposición durante la infancia al carbono negro en el aire incrementa la incidencia de bronquitis crónica en edades adultas, y a su vez, predispone a sufrir infecciones respiratorias recurrentes (Wang *et al.*, 2020). Un ejemplo ocurrió en los años noventa con la reubicación de la industria en Alemania, donde se observó una bajada de casos de bronquitis relacionada con la exposición a SO_2 (Heinrich *et al*. 2002).

- Infecciones respiratorias: dado que el sistema inmunológico se desarrolla durante la infancia, la población infantil tiene una mayor susceptibilidad e incidencia de infecciones y a su vez, estas pueden afectar al desarrollo de los pulmones y a la capacidad pulmonar total en la vida adulta. Aunque una gran parte de los casos los localizamos en países de rentas bajas, otras afectaciones pulmonares también predisponen a sufrir infecciones respiratorias.

Alergias

Varios estudios en regiones con altos niveles de contaminación atmosférica sugieren que los niveles de PM_{10}, O_3 y SO_2 están asociados con el número de visitas médicas por dermatitis atópica en niños, niñas y adolescentes hasta diecinueve años. También se observa que podría estar relacionado con un primer episodio de alergia, donde la polución del aire estaría actuando como desencadenante (Wang *et al.* 2020). Asimismo, también se relacionan los niveles de NO_2, SO_2, PM_{10} y $PM_{2.5}$ con más incidencia de rinitis alérgica (Zou *et al.*, 2018).

Desarrollo cognitivo

Altas concentraciones de contaminantes en el aire se relacionan con menor integración y segregación de las redes neuronales.

La infancia es un momento crucial en el desarrollo cognitivo, ya que es una etapa de crecimiento y aprendizaje, donde vamos a ampliar las capacidades en los ámbitos del lenguaje, la memoria, la percepción o la atención. Se ha visto que la exposición a NO_2 está relacionada con una deterioración de la memoria de trabajo (almacenamiento temporal de la información), funciones cognitivas generales y funciones ejecutivas. Las $PM_{2.5}$ se asocian a dificultades en la memoria de trabajo, la memoria a corto plazo, la atención, la velocidad de procesamiento y la motricidad fina. El carbono negro también se relaciona con baja inteligencia verbal y no verbal, y menor memoria de trabajo. En los estudios que incluían imágenes por resonancia magnética demostraron que altas concentraciones de contaminantes en el aire estaban relacionadas con menor integración y segregación de las redes neuronales (actividad localizada en áreas independientes) y detectaron cambios en la materia blanca del cerebro, cuya función principal es proteger las neuronas y mejorar su comunicación (Lopuszanska *et al.*, 2020).

Cáncer

Los cánceres más frecuentes en la población infantil son las leucemias, los mielomas y los tumores cerebrales. Un primer estudio en 2001 reportó la relación entre la contaminación debida al tráfico (más específicamente debido a los COVs y el benceno) y los tres tipos de neoplasias anteriores (Raaschou-Nielsen *et al.*, 2001). A partir de estos resultados se ha producido evidencia robusta de la relación entre benceno y leucemia en adultos, pero aún no hay estudios concluyentes en población infantil. Sin embargo, un estudio de 2020 asoció las partículas ultrafinas durante el desarrollo embrionario con la incidencia de cáncer hasta los catorce años (Lavigne *et al.*, 2020).

Enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares son típicas de edades más avanzadas, y se deben al desgaste de los mecanismos biológicos y están muy influenciados por el estilo de vida. Tanto es así, que mientras que hay evidencia muy sólida relacionando casos de infarto de miocardio, ictus o enfermedad pulmonar obstructiva crónica y exposición a la contaminación atmosférica en adultos, aún hay poca evidencia en población infantil. Sin embargo, evidencia emergente apunta a que una mayor exposición en niños, niñas y adolescentes se asocia a una mayor presión arterial (Warembourg *et al.*, 2021, Wu *et al.*, 2019, Zhang *et al.*, 2019), y una presión arterial alta (o hipertensión) es un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares.

Otras

- Obesidad: se ha observado que una mayor exposición a la polución del aire está relacionada con la incidencia de obesidad durante la infancia, causado por otros mecanismos de estrés oxidativo (relacionado con el envejecimiento celular), por una menor actividad física o por modulación epigenética (relacionado, también, con el envejecimiento celular). Aunque los estudios no son concluyentes, ya que la relación es débil, se ha demostrado que la contaminación como consecuencia del tráfico puede afectar comportamientos relacionados con el peso y la masa corporal (mediado por el consumo de comida no-saludable o la inactividad física) (Seo *et al.*, 2020, Wang Z *et al.*, 2020).

- Calidad del sueño: los problemas a la hora de conciliar el sueño o mantenerlo son frecuentes: más del 50 % de los adolescentes reportan menos horas de sueño que las recomendadas (8-10h), y el 18 % presenta somnolencia diurna. Aunque no hay un gran volumen de estudios, estos observan una relación entre una mala calidad del aire interior y exterior y un aumento de problemas respiratorios durante el sueño y otros efectos adversos como sudoración nocturna, dificultad para conciliar el sueño, alteración del sueño por sibilancias/ronquidos y despertares nocturnos (Liu *et al.*, 2020).

Factores que determinan tus niveles de exposición

- En qué ciudad/país vives: no en todas las ciudades y países se está expuesto a los mismos niveles de contaminación atmosférica. Por ejemplo, según el último informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2020), países del norte de Europa como Islandia, Estonia e Irlanda estuvieron entre los más limpios de partículas en 2018,

Distintos factores determinan los niveles de exposición a contaminación atmosférica (país, ciudad, calle, incluso alturo del piso, etc.).

mientras que los países del este como Macedonia, Montenegro y Bosnia y Herzegovina fueron los que obtuvieron concentraciones más elevadas.

- En qué calle vives: por lo general, los contaminantes tienen una variabilidad espacial muy alta dentro de una misma ciudad. Cuanto más cerca vivas de una calle con mucho tráfico (en unos 50-100 metros), más cerca estarás del foco de emisión y por lo tanto más expuesto estarás a la contaminación. Por otro lado, tener espacios verdes tales como parques cerca de casa o la escuela ayudarán a reducir los niveles de contaminación tanto dentro como fuera de la casa/escuela, además de aportar otros beneficios como una disminución de ruido.

- En qué altura de piso vives: muchos contaminantes tienen un patrón vertical, es decir, disminuye su concentración a mayor altura puesto que la principal fuente de emisión (el tráfico) acostumbra a estar a pie de calle. Así pues, los pisos situados en los niveles inferiores, tendrán niveles más altos de contaminación.

- Tu altura respecto los tubos de escape: un ejemplo muy claro se encuentra en los bebés, los que están a la misma altura que los escapes del vehículo cuando los llevan en cochecitos. Un estudio experimental en Barcelona estimó que los bebés (altura de un cochecito 0,55 m) están expuestos un 10 % más a partículas ultrafinas que los adultos (altura media de 1,70 m) (García-Algar, 2014).

- Cómo te desplazas: aunque el tiempo que pasamos desplazándonos es breve, se ha observado que el microambiente donde lo hacemos tiene una notable contribución en nuestra exposición diaria a la contaminación atmosférica. Durante la infancia, el desplazamiento casa-escuela contribuye de manera relevante a la exposición diaria - el 20 % de la exposición total al carbono negro y los picos de exposición ocurren en estos momentos del día. La proximidad al tráfico y un alto intercambio del aire (por ejemplo, coche con ventanillas abiertas) aumentan la exposición a contaminantes de los que van en transporte motorizado. Mayor inhalación y tiempo de viaje aumentan la exposición en aquellos que lo hacen activamente, aunque los beneficios del transporte activo (andar, ir en bicicleta) sobrepasan al incremento en la exposición comparado con aquellos que usan el transporte motorizado (Cepeda *et al.*, 2017).

- Tu situación socioeconómica: muchos estudios indican que los efectos perjudiciales de la contaminación atmosférica (especialmente enfermedades respiratorias como el asma) es mayor en niños, niñas y adolescentes con una posición socioeconómica más desaventajada. De hecho, las desigualdades en salud según la situación socioeconómica son intrínsecas en municipios e incluso barrios, y en parte tienen que ver con hábitos de vida y el acceso y uso de servicios sanitarios (Munoz-Pizza *et al.*, 2020).

Recomendaciones a nivel individual

- Evita las calles con tráfico denso. Incluso pararte en los semáforos varios metros detrás de la carretera puede ayudar a reducir tu exposición ya que la concentración disminuye con la distancia a la fuente de emisión. Los mismos niños/as pueden ayudar a diseñar una ruta para que sea una actividad entretenida y didáctica.
- Prioriza ir en bicicleta o andar como modo de transporte habitual, evitando el uso de vehículos motorizados. En caso de necesitar un vehículo, prioriza los coches eléctricos y/o participa en grupos para compartirlo temporalmente con varias personas (lo que se conoce en inglés como *car sharing*).
- Evita hacer deporte intenso al aire libre (y limita actividades al aire libre en general) los días de alta contaminación.
- Evitar dejar el motor del coche encendido innecesariamente.

Es importante mantener un aire limpio dentro del hogar. Dos de las fuentes principales de tóxicos en las casas son el humo del tabaco y la cocina.

Calidad del aire interior

Casa

Principales fuentes: humo del tabaco y cocina

Dentro de los hogares también es esencial mantener un aire limpio. Dos de las fuentes principales en las casas son el humo del tabaco y la cocina.

- Humo del tabaco: se estima que la exposición involuntaria al humo del tabaco en interiores supone un riesgo equivalente a fumarse entre cuatro y diez cigarrillos al día. De hecho, los hijos/as de fumadores pueden recibir una dosis de nicotina equivalente a fumarse entre sesenta y ciento cincuenta cigarrillos al año (Tejero *et al.*, 2007).

- Cocina: por otro lado, cocinar es la fuente más importante de partículas ultrafinas en los hogares de no fumadores de los países desarrollados. Cocinar con electricidad o gas tiene el potencial de aumentar el número de partículas, principalmente a través de la fritura y el asado de alimentos grasos y mediante el uso de grasas para freír (Dennekamp *et al.*, 2001). Si se usa gas, también se generan altas concentraciones de NO_x.

Otras fuentes: humedad, terreno y productos del hogar

- La humedad: moho y crecimiento bacteriano. Se calcula que el 16 % de los hogares europeos está afectado por humedades. Se ha observado que tanto la presencia como el olor a moho, crea una suspensión de esporas e hifas en el aire que tiene efectos alergénicos en la población infantil, mientras esto no lo observamos en los adultos (Haverinen-Shaughnessy, 2012).

- Terreno de construcción: el radón. El radón es un gas radiactivo de origen natural que se produce por la descomposición de uranio. Aunque la mayoría de edificios tienen concentraciones bajas de radón, existen zonas geográficas en las que, debido a su geología (alto contenido en uranio de las rocas del subsuelo), es probable encontrar concentraciones más altas. En España, encontramos las concentraciones de radón más elevadas en Galicia, el norte de Extremadura y el sur de Castilla y León. Otros factores que también influyen son el material de construcción de la vivienda, los hábitos de ventilación y la antigüedad del edificio.

- Productos del hogar: fuente de COVs. El benceno, formaldehído y naftaleno son los COVs más abundantes como contaminantes del aire. Sus fuentes principales son los productos de limpieza, el uso de disolventes

(barnices, acetona…) y las obras (pintura, barnices…). Se ha observado que las concentraciones de formaldehído más elevadas se encuentran en pisos nuevos y en presencia de muebles nuevos.

Efectos sobre la salud

Además de las consecuencias de la exposición de la contaminación ambiental que penetra en los espacios interiores, de manera global, la contaminación del aire interior está asociada con el asma y las infecciones respiratorias agudas.

- Moho: en niños, niñas y adolescentes existe una relación causal entre la presencia de moho visible u olor en los hogares con la presencia de episodios agudos de asma. Asimismo, también se ha observado una mayor incidencia de rinitis alérgica cuando esta condición estaba presente (Caillaud *et al.,* 2018).
- Radón: en muchos países, según la OMS, el radón es la segunda causa más importante de cáncer de pulmón (después del tabaco). También existe evidencia sobre la relación entre la exposición de la población general al radón y la leucemia, tanto en población infantil como en adultos.
- Humo del tabaco: hay una estrecha relación entre la exposición involuntaria al tabaco y los episodios de asma durante la infancia, aumentando hasta un 20 % las crisis asmáticas (He *et al.*, 2020). Los niños, niñas y adolescentes con exposición al humo del tabaco tienen más afectaciones oculares como escozor y excesivos parpadeos. También puede irritar otras mucosas como la garganta y la nariz (Yuan *et al.*, 2019). También afecta a la calidad de la respiración durante la noche, produciéndose más ronquidos en la población infantil expuesta (Kim *et al.*, 2020). La exposición al humo del tabaco también aumenta el riesgo de sufrir infecciones tanto respiratorias como otitis (causando inflamación y dolor).
- COVs: los efectos de los COVs son la irritación ocular y de garganta, dolor de cabeza y pérdida de la coordinación, náuseas y daño renal, hepático y nervioso.

La contaminación del aire interior está asociada con el asma y las infecciones respiratorias agudas.

¿Qué soluciones se pueden aplicar para reducir la exposición en el hogar?

- Ventila tu hogar: a poder ser, abriendo las ventanas de ambos lados de la casa para generar corriente, y nunca durante horas puntas de circulación.
- No fumes (ni permitas a otros fumar) dentro de casa ni en el coche: la mejor manera para proteger a la población infantil (y adulta) de la exposición ambiental al humo de tabaco es que no se fume en su presencia. Sin embargo, se ha visto como una de las maneras más eficaces para prote-

gerlos es fumar al aire libre (por ejemplo, en la terraza o en el balcón) y con la puerta cerrada (Johansson *et al.,* 2004).

- No uses parrillas para asar o cocinar alimentos dentro de tu casa (o garaje particular).
- Usa productos de limpieza sostenibles: para garantizar una mejor calidad del aire interior, usa productos de limpieza con una baja proporción de componentes reactivos al ozono (por ejemplo, uso de productos de limpieza a base de aceite de pino en lugar de productos de limpieza a base de aceite de naranja) o, en la medida de lo posible, utiliza productos de limpieza más sostenibles (por ejemplo, productos "verdes", vinagre y bicarbonato de sodio). Si no es posible emplear estos productos, mejor hacerlo cuando no haya contacto con personas y ventilar correctamente la zona (Rivas *et al.*, 2018).
- Evita el uso de velas e incienso puesto que emiten gran cantidad de partículas finas y COVs, compuestos asociados con reacciones alérgicas dermatológicas (Jetter*et al.*, 2002). A largo plazo puede causar daño hepático y renal, y su inhalación se ha relacionado con la descomposición/ruptura de glóbulos rojos en la sangre.
- Infórmate si tu zona geográfica es propensa al radón: de ser así, la OMS recomienda cerrar puertas de acceso al sótano, sellar grietas en paredes y suelos, instalar un sistema de succión del radón en el subsuelo e incrementar la ventilación en el subsuelo (OMS, 2015).
- Usa purificadores de aire (con filtro HEPA o de alta eficiencia) si tu hijo/a tiene asma o algún problema respiratorio, puesto que pueden reducir considerablemente los niveles de alérgenos y contaminantes en espacios cerrados.

La contaminación derivada del tráfico rodado en las escuelas es más influyente que en casa.

Escuela

Principales fuentes: tráfico rodado

En las escuelas, la contaminación derivada del tráfico rodado es más influyente que en casa. Esto es debido a que durante las horas que los niños, niñas y adolescentes están en la escuela o instituto, la contaminación ambiental es más elevada, ya que coincide con las horas puntas de tráfico. Al contrario, la contaminación ambiental del aire disminuye durante la noche, horas que solemos estar en nuestros hogares. En un estudio realizado en escuelas de múltiples capitales europeas, y entre las que participaron 5.500 niños, niñas y adolescentes en doce centros de educación primaria de Madrid, se observó una alta concentración media de NO_2 proveniente del tráfico (HEAL, 2019).

En un esfuerzo por hacer de las escuelas sitios más saludables y seguros, el Ayuntamiento de Barcelona puso en marcha el proyecto "*Escola Respira*" con el objetivo principal de mejorar la calidad del aire en este entorno. Esto se acompaña de acciones de monitorización, donde los escolares toman parte activa de ello, de educación y de planificación urbana (Ajuntament de Barcelona, 2019). Otro ejemplo lo encontramos en la Agencia de Salud Pública de Reino Unido, la cual publicó un informe en 2019 abogando por la prohibición del acceso a los coches en el vecindario de las escuelas (con aplicación de multas en caso de incumplimiento) y prohibiendo parar mientras se espera al dejar/recoger a los niños y adolescentes.

Efectos sobre la salud

Como ya hemos comentado, los efectos derivados de la exposición en la escuela van en línea a aquellos producidos por la contaminación del tráfico. Por esta razón, durante los últimos años, las escuelas han sido un microambiente objetivo donde evaluar los resultados de dicha exposición. En primer lugar, se observa que los días de mayor contaminación provocan un mayor número de visitas a urgencias por episodios de asma y, por lo tanto, ausencias en la escuela. En segundo lugar, también se ha relacionado en las escuelas de Barcelona una mayor tasa de sobrepeso en aquellas escuelas con mayores concentraciones de PM_{10}, partículas ultrafinas (UFP), NO_2, $PM_{2.5}$ o carbono negro (de Bont *et al.*, 2019).

Una mayor exposición a la contaminación ambiental, sobre todo en la etapa prenatal (cuando se desarrolla el cerebro), se ha relacionado con un menor rendimiento escolar (con puntuaciones menores en los test), memoria, velocidad de procesamiento e inteligencia verbal. Además, también se ha evidenciado peor motricidad fina en niños, niñas y adolescentes con mayor exposición a $PM_{2.5}$ (véase apartado *Desarrollo cognitivo* de este mismo capítulo).

Recomendaciones a nivel escolar/familiar:

- Ventila las aulas: se recomienda ventilación, pero solo en los casos en que el aula no esté directamente orientada a una carretera principal. En este último caso, la ventilación debe realizarse durante unos minutos cuando los alumnos no estén presentes en el aula y evitando las horas puntas de tráfico.
- Evita las calles principales de camino (y de vuelta) a la escuela/instituto: se deben evitar las carreteras principales (en términos de densidad de tráfico) para ir y venir de la escuela o instituto. Se recomienda caminar en la parte más exterior del pavimento (lo más alejado del tráfico).
- Usa el transporte público: el uso del transporte público en lugar de privado para desplazarse conduciría a la reducción del número de coches alrededor de la escuela y, en consecuencia, se reducirían las emisiones.
- Sensibiliza a la población: sensibilización sobre los impactos en la salud de la contaminación atmosférica en la comunidad escolar (niños/as y adolescentes, familiares, profesores/as, etc.). Se podrían colocar monitores en la escuela para involucrar a los estudiantes y sus familias y convertirse en un agente activo de cambio al elegir y alentar a otros a evitar el uso del automóvil privado cuando hay otras opciones disponibles para viajar.

Durante los desplazamientos intraurbanos se da una gran parte de la exposición a partículas ambientales que acumulamos durante el día.

Otros

Desplazamiento: coche, metro, bus

Durante los desplazamientos intraurbanos se da una gran parte de la exposición a partículas ambientales que acumulamos durante el día. Un estudio hecho en cincuenta y cuatro niños entre siete y once años de veintinueve escuelas distintas de Barcelona vio como el desplazamiento, a pesar de su corta duración temporal, es cuándo los niños fueron expuestos a concentraciones más altas de carbono negro (Nieuwenhuijsen, 2015). También en Barcelona, se observó que el metro

es el transporte donde menos concentración de partículas contaminantes hay, seguido del bus y del tranvía y del transporte a pie.

En referencia a la calidad del aire en el interior de los coches, se estimó que un 2,2 % de menores de catorce años están expuestos al humo ambiental de tabaco en coches en Barcelona (Curto, 2011) y un 6 % de menores de dieciocho años en Lleida (Pedrol *et al.* 2013). Incluso con las ventanillas del coche abiertas o el aire acondicionado puesto, los niveles de partículas dentro de los coches no desaparecen cuando se fuma.

Parques infantiles

El humo del tabaco está presente en las entradas de escuelas y en los parques infantiles de varias ciudades europeas, entre ellas Barcelona. Lo demuestra un estudio coordinado por investigadores/as de la Agencia de Salud Pública de Barcelona que ha encontrado nicotina ambiental (marcador específico del humo del tabaco) en el 41 % de los parques infantiles y en el 46 % de las entradas de centros de educación primaria de once países europeos (Henderson E *et al.*). En el estudio también se reporta la presencia de colillas en casi un 60 % de los parques infantiles y en un 75 % de las entradas de escuelas.

Conclusión

A nivel mundial, el 93 % de la población infantil vive en entornos con unos niveles de contaminación atmosférica por encima de las directrices de la OMS. Existe evidencia científica suficientemente sólida que demuestra que la exposición a la contaminación atmosférica perjudica la salud de los niños, niñas y adolescentes, sobretodo la salud respiratoria, donde hay más evidencia hasta la fecha. La exposición a la contaminación atmosférica no solo ocurre cuando los niños, niñas y adolescentes salen a la calle y respiran el aire de la ciudad, también pueden estar expuestos a una mala calidad del aire en el interior de su casa y escuela. Aunque todas las recomendaciones hechas en este documento para reducir los niveles de exposición son a nivel individual, familiar o escolar, no hay que olvidar que los esfuerzos tienen que ser colectivos y coordinados con profesionales sanitarios y de salud pública, comunidades, gobiernos locales y nacionales y agencias internacionales. Solo así podremos ayudar a reducir la carga de morbilidad y mortalidad infantil causada por la exposición temprana a contaminantes del aire.

El 93 % de la población infantil vive en entornos con unos niveles de contaminación atmosférica por encima de las directrices de la OMS.

Bibliografía

1. Ajuntament de Barcelona (2019*). Programa "Escola Respira".* Https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/sites/default/files/documents/programa_escola_respira.pdf

2. Ajuntament de Barcelona (2019). *Programa de mesures contra la contaminació de l'aire*. https://media-edg.barcelona.cat/wp-content/uploads/2016/11/AireNetBCN.pdf

3. Ayuntamiento de Madrid (2017). *Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera en el municipio de Madrid. 2017 Documento 1: Resumen de las emisiones en el periodo 1999-2017*. https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/EnergiayCC/04CambioClimatico/4aInventario/Ficheros/Inventario_emisiones_INV2017.pdf

4. Caillaud, D., Leynaert, B., Keirsbulck, M., Nadif, R., & mould ANSES working group (2018). Indoor mould exposure, asthma and rhinitis: findings from systematic reviews and recent longitudinal studies. *European respiratory review: an official journal of the European Respiratory Society*, *27*(148), 170137. https://doi.org/10.1183/16000617.0137-2017

5. Cepeda, M., Schoufour, J., Freak-Poli, R., Koolhaas, C. M., Dhana, K., Bramer, W. M., & Franco, O. H. (2017). Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review. *The Lancet. Public health*, *2*(1), e23–e34. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(16)30021-4

6. Curto, A., Martínez-Sánchez, J. M., & Fernández, E. (2011). Tobacco consumption and secondhand smoke exposure in vehicles: a cross-sectional study. *BMJ open*, *1*(2), e000418. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000418

7. de Bont, J., Casas, M., Barrera-Gómez, J., Cirach, M., Rivas, I., Valvi, D., Álvarez, M., Dadvand, P., Sunyer, J., & Vrijheid, M. (2019). Ambient air pollution and overweight and obesity in school-aged children in Barcelona, Spain. *Environment international*, *125*, 58–64. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.048

8. Dennekamp, M., Howarth, S., Dick, C. A., Cherrie, J. W., Donaldson, K., & Seaton, A. (2001). Ultrafine particles and nitrogen oxides generated by gas and electric cooking. *Occupational and environmental medicine*, 58(8), 511–516. https://doi.org/10.1136/oem.58.8.511

9. Donaire-Gonzalez, D., Curto, A., Valentín, A., Andrusaityte, S., Basagaña, X., Casas, M., Chatzi, L., de Bont, J., de Castro, M., Dedele, A., Granum, B., Grazuleviciene, R., Kampouri, M., Lyon-Caen, S., Manzano-Salgado, C. B., Aasvang, G. M., McEachan, R., Meinhard-Kjellstad, C. H., Michalaki, E., Pañella, P., … Nieuwenhuijsen, M. J. (2019). Personal assessment of the external exposome during pregnancy and childhood in Europe. *Environmental research*, *174*, 95–104. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.04.015

10. European Environmental Agency, EEA (2020). *Air quality in Europe 2020 report*. https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report

11. European Union. Directiva. (UE) 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. *Diario Oficial de la Unión Europea*. L 152/1, de 21 de mayo de 2008. https://www.boe.es/doue/2008/152/L00001-00044.pdf

12. Fernández, M.F., Artacho-Cordón, F., Freire, C., Pérez-Lobato, R., Calvente, I., Ramos, R., Castilla, A.M., Ocón, O., Dávila, C., Arrebola, J.P. & Olea, N. (2015). Trends in children's exposure to second-hand smoke in the INMAGranada cohort: An evaluation of the Spanish anti-smoking law. *Environmental Research,* 138,461-468. doi: 10.1016/j.envres.2015.03.002

13. Garcia-Algar, O., Canchucaja, L., D'orazzio, V., Manich, A., ... & Joya, X. (2015). Different exposure of infants and adults to ultrafine particles in the urban area of Barcelona. *Environmental Monitoring and Assessment,* 187 (1). doi: 10.1007/s10661-014-4196-5

14. Global Burden of Disease stydy resources. (2020) Results Tool. Global Burden of Disease Compare. *Seattle: Institute of Health Metrics and Evaluation.* http://ghdx.healthdata.org/gbd-resultstool?params=gbd-api-2019-permalink/8f2d6863dec6d7418b3c92d4c1745b6f

15. Haverinen-Shaughnessy U. (2012). Prevalence of dampness and mold in European housing stock. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, *22*(5), 461–467. https://doi.org/10.1038/jes.2012.21

16. He, Z., Wu, H., Zhang, S., Lin, Y., Li, R., Xie, L., Li, Z., Sun, W., Huang, X., Zhang, C., & Ming, W. K. (2020). The association between secondhand smoke and childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Pediatric pulmonology*, *55*(10), 2518–2531. https://doi.org/10.1002/ppul.24961

17. Health and Environment Alliance (2019). Healthy air, healthier children. 50 schools across the EU monitor air quality. *HEAL Report 2019*. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2019/06/HEAL-Healthy-air-children_EU.pdf

18. Heinrich, J., Hoelscher, B., Frye, C., Meyer, I., Pitz, M., Cyrys, J., Wjst, M., Neas, L., & Wichmann, H. E. (2002). Improved air quality in reunified Germany and decreases in

respiratory symptoms. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, *13*(4), 394–401. https://doi.org/10.1097/00001648-200207000-00006

19. Henderson, E., Continente, X., Fernández, E., Tigova, O., Cortés-Francisco, N., Gallus, S., Lugo, A., Semple, S., O'Donnell, R., Clancy, L., Keogan, S., Ruprecht, A., Borgini, A., Tzortzi, A., Vyzikidou, V. K., Gorini, G., López-Nicolás, A., Soriano, J. B., Geshanova, G., Osman, J., … TackSHS project Investigators (2020). Secondhand smoke exposure and other signs of tobacco consumption at outdoor entrances of primary schools in 11 European countries. *The Science of the total environment*, *743*, 140743. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140743

20. Institute for Health Metrics and Evaluation. (2020) Global Burden of Disease Compare. *Seattle: Institute of Health Metrics and Evaluation*. https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/

21. Jetter, J. J., Guo, Z., McBrian, J. A., & Flynn, M. R. (2002). Characterization of emissions from burning incense. *The Science of the total environment*, *295*(1-3), 51–67. https://doi.org/10.1016/s0048-9697(02)00043-8

22. Johansson, A., Hermansson, G., & Ludvigsson, J. (2004). How should parents protect their children from environmental tobacco-smoke exposure in the home?. *Pediatrics*, *113*(4), e291–e295. https://doi.org/10.1542/peds.113.4.e291

23. Khreis, H., Kelly, C., Tate, J., Parslow, R., Lucas, K., & Nieuwenhuijsen, M. (2017). Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environment international*, *100*, 1–31. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.012

24. Kim, K. M., Kim, J. H., Kim, D., Lim, M. H., Joo, H., Yoo, S. J., Kim, E., Ha, M., Paik, K. C., & Kwon, H. J. (2020). Associations among High Risk for Sleep-disordered Breathing, Related Risk Factors, and Attention Deficit/Hyperactivity Symptoms in Elementary School Children. *Clinical psychopharmacology and neuroscience: the official scientific journal of the Korean College of Neuropsychopharmacology*, *18*(4), 553–561. https://doi.org/10.9758/cpn.2020.18.4.553

25. Lavigne, E., Lima, I., Hatzopoulou, M., Van Ryswyk, K., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Chen, H., Stieb, D. M., Crighton, E., Burnett, R. T., & Weichenthal, S. (2020). Ambient ultrafine particle concentrations and incidence of childhood cancers. *Environment international*, *145*, 106135. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106135

26. Liu, C., Chen, R., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A.M., Guo, Y., Tong, S, … & Kan, H. (2019). Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. Supplementary Materials. *The New England Journal of Medicine, 381*,705-715. *doi:10.1056/NEJMoa1817364*

27. Liu, J., Wu, T., Liu, Q., Wu, S., & Chen, J. C. (2020). Air pollution exposure and adverse sleep health across the life course: A systematic review. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, *262*, 114263. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114263

28. Lopuszanska, U., & Samardakiewicz, M. (2020). The Relationship Between Air Pollution and Cognitive Functions in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Cognitive and behavioral neurology: official journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, *33*(3), 157–178. https://doi.org/10.1097/WNN.0000000000000235

29. Ministerio para la transición ecológica (2019). *I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica*. https://porunairelimpio.org/documentacion/i-programa-nacional-de-control-de-la-contaminacion-atmosferica-/

30. Moreno, T., Reche, C., Rivas, I., Cruz Minguillón, M., Martins, V., Vargas, C., Buonanno, G., Parga, J., Pandolfi, M., Brines, M., Ealo, M., Sofia Fonseca, A., Amato, F., Sosa, G., Capdevila, M., de Miguel, E., Querol, X., & Gibbons, W. (2015). Urban air quality comparison for bus, tram, subway and pedestrian commutes in Barcelona. *Environmental research*, *142*, 495–510. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.07.022

31. Munoz-Pizza, D., Villada-Canela, M., Reyna, M., Texcalac, J. L. & Osornio, A. (2020). Air pollution and children's respiratory health: a scoping review of socioeconomic status as an effect modifier. *International Journal of Public Health*, *65*(5), 649-660. doi:10.1007/s00038-020-01378-3

32. Nieuwenhuijsen, M. J., Donaire-Gonzalez, D., Rivas, I., de Castro, M., Cirach, M., Hoek, G., Seto, E., Jerrett, M., & Sunyer, J. (2015). Variability in and agreement between modeled and personal continuously measured black carbon levels using novel smartphone and sensor technologies. *Environmental science & technology*, *49*(5), 2977–2982. https://doi.org/10.1021/es505362x

33. Organización Mundial de la Salud (2018, 2 de Mayo) *9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action.* [Comunicado de prensa] https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

34. Organizción Mundial de la Salud (2005). *Guías de calidad del aire de l'OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.*https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

35. Organización Mundial de la Salud (2015) *Manual de la OMS sobre el Radón en*

interiores. Una Perspectiva de Salud Pública. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/161913/9789243547671_spa.pdf?sequence=1

36. Pedrol, M. T., Tolosana, M., Soler, M. T., Taló, M., & Godoy, P. (2013). Prevalencia de menores de 18 años expuestos al humo del tabaco en vehículos [The prevalence of exposure of children under the age of 18 to second-hand smoke inside motor vehicles]. *Anales de pediatria (Barcelona, Spain: 2003)*, *79*(6), 377–380. https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.03.006

37. Raaschou-Nielsen, O., Hertel, O., Thomsen, B. & Olsen, J. (2001) Air Pollution from Traffic at the Residence of Children with Cancer. *American Journal of Epidemiology*, 153 (5),433-443. https://doi.org/10.1093/aje/153.5.433

38. Rico, M., Font, L., Gómez, A., & Realp, E. (2019). Informe qualitat de l'aire de Barcelona, 2019. *Agència de Salut Pública de Barcelona.* https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/10/Informe_qualitat-aire-2019.pdf

39. Rivas, I., Querol, X., Wright, J. & Sunyer, J. (2018). How to protect school children from the neurodevelopmental harms of air pollution by interventions in the school environment in the urban context. *Environmental International, 121*(1), 199-206 doi: 10.1016/j.envint.2018.08.063

40. Seo, M. Y., Kim, S. H., & Park, M. J. (2020). Air pollution and childhood obesity. *Clinical and experimental pediatrics*, *63*(10), 382–388. https://doi.org/10.3345/cep.2020.00010

41. Tejero, A.M., Pérez, A., Córdoba, R., García, N & Cabañas, M.J. (2007). La exposición al humo de tabaco en el hogar aumenta la frecuentación por patología respiratoria en la infancia. *Anales de pediatría,* 66(5),475-480. doi:10.1157/13102512

42. Wang, G., Hallberg, J., Um Bergström, P., Janson, C., Pershagen, G., Gruzieva, O., van Hage, M., Georgelis, A., Bergström, A., Kull, I., Lindén, A., & Melén, E. (2021). Assessment of chronic bronchitis and risk factors in young adults: results from BAMSE. *The European respiratory journal*, *57*(3), 2002120. https://doi.org/10.1183/13993003.02120-2020

43. Wang, H. L., Sun, J., Qian, Z. M., Gong, Y. Q., Zhong, J. B., Yang, R. D., Wan, C. L., Zhang, S. Q., Ning, D. F., Xian, H., Chang, J. J., Wang, C. J., Shacham, E., Wang, J. Q., & Lin, H. L. (2021). Association between air pollution and atopic dermatitis in Guangzhou, China: modification by age and season. *The British journal of dermatology*, *184*(6), 1068–1076. https://doi.org/10.1111/bjd.19645

44. Wang, Z., Zhao, L., Huang, Q., Hong, A., Yu, C., Xiao, Q., Zou, B., Ji, S., Zhang, L., Zou, K., Ning, Y., Zhang, J., & Jia, P. (2021). Traffic-related environmental factors and childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, *22 Suppl 1*(Suppl 1), e12995. https://doi.org/10.1111/obr.12995

45. Warembourg, C., Nieuwenhuijsen, M., Ballester, F., de Castro, M., Chatzi, L., Esplugues, A., Heude, B., Maitre, L., McEachan, R., Robinson, O., Slama, R., Sunyer, J., Urquiza, J., Wright, J., Basagaña, X., & Vrijheid, M. (2021). Urban environment during early-life and blood pressure in young children. *Environment international*, *146*, 106174. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106174

46. World Health Organization (2018) 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action. *Saudi Medical Journal, 39*(6), 641.

47. Wu, Q. Z., Li, S., Yang, B. Y., Bloom, M., Shi, Z., Knibbs, L., Dharmage, S., Leskinen, A., Jalaludin, B., Jalava, P., Roponen, M., Lin, S., Chen, G., Guo, Y., Xu, S. L., Yu, H. Y., Zeeshan, M., Hu, L. W., Yu, Y., Zeng, X. W., … Dong, G. H. (2020). Ambient Airborne Particulates of Diameter ≤1 μm, a Leading Contributor to the Association Between Ambient Airborne Particulates of Diameter ≤2.5 μm and Children's Blood Pressure. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, *75*(2), 347–355. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.13504

48. Yuan, N., Li, J., Tang, S., Li, F. F., Lee, C. O., Ng, M., Cheung, C. Y., Tham, C. C., Pang, C. P., Chen, L. J., & Yam, J. C. (2019). Association of Secondhand Smoking Exposure With Choroidal Thinning in Children Aged 6 to 8 Years: The Hong Kong Children Eye Study. JAMA ophthalmology, 137(12), 1406–1414. https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.4178

49. Zhang, Z., Dong, B., Li, S., Chen, G., Yang, Z., Dong, Y., Wang, Z., Ma, J., & Guo, Y. (2019). Exposure to ambient particulate matter air pollution, blood pressure and hypertension in children and adolescents: A national cross-sectional study in China. *Environment international*, *128*, 103–108. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.036

50. Zhao, Q., Kress, S., Markevych, I., Berdel, D., von Berg, A., Gappa, M., Koletzko, S., Bauer, C. P., Schulz, H., Standl, M., Heinrich, J., & Schikowski, T. (2021). Air pollution during infancy and lung function development into adolescence: The GINIplus/LISA birth cohorts study. *Environment international*, *146*, 106195. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106195

51. Zou, Q. Y., Shen, Y., Ke, X., Hong, S. L., & Kang, H. Y. (2018). Exposure to air pollution and risk of prevalence of childhood allergic rhinitis: A meta-analysis. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, *112*, 82–90. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.06.039

8. Prevención de la exposición de los niños a las radiaciones ionizantes en las prácticas médicas

Isabelle Thierry-Chef

PhD. Jefa del grupo sobre las exposiciones médicas a la radiación. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.

Elisabeth Cardis

Profesora de Investigación. Jefa del programa sobre radiaciones. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.

Mar Pérez-Peña

Médica. Jefa de Servicio de Radiología. Hospital Álvarez-Buylla. Mieres (SESPA). Asturias.

María del Rosario Pérez

Médica. Unidad Radiaciones y Salud (RAD). Afiliación a la Organización Mundial de la Salud (HEP/ECH/RAD) en el momento de la submisión del Informe.

La radiación es energía emitida en forma de ondas o partículas y propagada a través de un medio o un espacio. La radiación con suficiente energía para extraer electrones durante su interacción con los átomos se conoce como radiación ionizante.

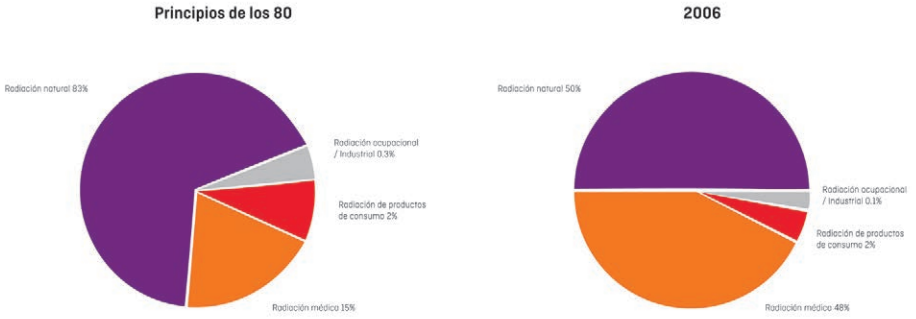
La radiación producida por medios artificiales en forma de rayos X fue desarrollada a finales del siglo XIX. Los experimentos de Wilhelm C. Röentgen demostraron que los rayos X son capaces de generar imágenes del esqueleto en una lámina fotográfica. Durante el siglo XX, la aplicación de la radiación al ámbito de la medicina, la industria y la investigación se difundió con rapidez.

El uso de la radiación con fines médicos es la mayor fuente de exposición a la radiación creada por el ser humano en la actualidad.

El uso de la radiación con fines médicos es la mayor fuente de exposición a la radiación creada por el ser humano en la actualidad (UNSCEAR 2010, UNEP 2016). Los avances en las tecnologías que utilizan radiación ionizante han generado un aumento cada vez mayor del número de aplicaciones clínicas en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades humanas. Esto ha conducido a un uso extendido de estas tecnologías en todo el mundo, lo cual ha tenido un impacto positivo en la población pediátrica.

Entre los años 1980 y 2006, la dosis promedio anual debida a todas las fuentes de radiación ionizante que recibió la población general de los Estados Unidos aumentó a casi el doble y la contribución resultante de exposiciones médicas ha aumentado en casi siete veces, en gran parte debido al mayor uso de tomografía computarizada (TC) (figura 16) (NCRP 2009).

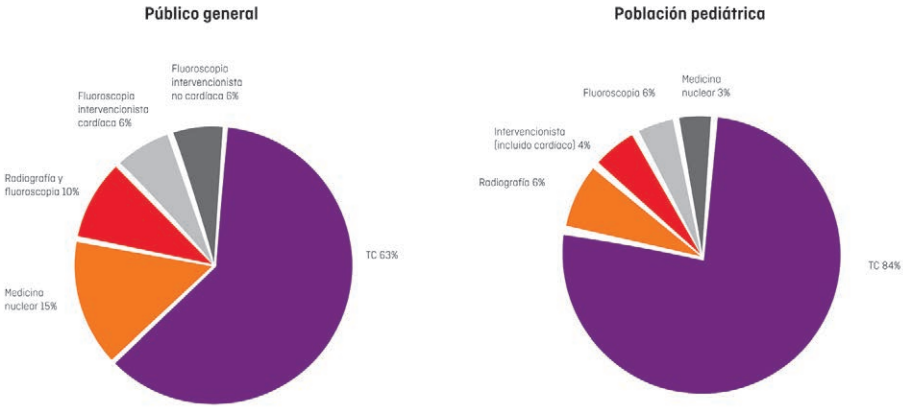
Figura 16. Evolución de las dosis anuales de radiación a la población de los Estados Unidos entre los años 1980 y 2006 (NCRP, 2009).



	Principios de los 80	2006
S: Dosis efectiva colectiva (persona-Sv)	835.000	1.870.000
Evs: dosis efectiva por individuo en la población norteamericana (mSv)	3.6	6.2

La exposición por TC en la población general de los Estados Unidos representó el 50 % de la dosis efectiva debido a la exposición médica en 2006 y alcanzó el 63 % en 2016. Si consideramos la población pediátrica, en 2016 la exposición por TC representó el 84 % de la dosis efectiva colectiva (NCRP 2019) (figura 17). Se observaron aumentos similares en Europa y en otros países de altos ingresos (UNSCEAR 2010).

Figura 17. Contribución de diferentes procedimientos de imagen a la dosis media de usos médicos de radiación para la población general y pediátrica de Estados Unidos en 2016 (NCRP 2019).



La utilización de la radiación en imagen pediátrica incluye diversas modalidades:

- Las radiografías computarizadas y digitales (RC y RD) están sustituyendo a la radiografía convencional (con película), proporcionado imágenes que se encuentran disponibles inmediatamente para ser analizadas y distribuidas por vía electrónica, con menores costos y un acceso más fácil.
- La TC es un instrumento valioso para estudiar las enfermedades y lesiones pediátricas, que a menudo reemplaza procedimientos diagnósticos menos exactos o más invasivos.
- Los procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia permiten evitar opciones quirúrgicas que conllevan un riesgo relativamente mayor de eventos adversos en los niños.
- La medicina nuclear posibilita estudios estructurales y funcionales, hecho que es especialmente evidente con las técnicas híbridas (por ejemplo, PET[6]-TC).
- La radiología odontológica ha evolucionado, y en algunas regiones los odontólogos y ortodoncistas utilizan cada vez más la TC de haz cónico para obtener imágenes tridimensionales de la cara y los dientes.

Es posible tomar medidas para reducir la dosis de radiación que reciben los niños sin que ello afecte a los beneficios diagnósticos de la prueba.

Los últimos avances en tecnologías de imagen han traído muchos beneficios en la adquisición y el procesado de las imágenes. La falta de conocimiento acerca de estos avances tecnológicos podría provocar una exposición innecesaria a la radiación. Con

6. PET. Siglas en inglés de *Positron Emission Tomography* (Tomografía por emisión de positrones).

frecuencia es posible, sin embargo, tomar medidas para reducir la dosis de radiación que reciben los niños sin que ello afecte a los beneficios diagnósticos de la prueba.

Este capítulo resume los principales aspectos de la protección radiológica y de la relación beneficio-riesgo, junto con las herramientas para comunicar los riesgos de radiación conocidos o potenciales asociados con las pruebas de diagnóstico por imágenes pediátricas presentados en una guía publicada por la OMS (OMS, 2016).

La utilización de la radiación en imagen pediátrica permite salvar vidas; su valor clínico en el diagnóstico de las enfermedades y lesiones pediátricas es incuestionable. Los beneficios del radiodiagnóstico pediátrico deben ponderarse frente a los riesgos de la exposición a la radiación. El objetivo final es que los beneficios superen los daños. Esto requiere políticas y medidas que reconozcan y maximicen los múltiples beneficios que se pueden obtener, y al mismo tiempo minimicen los posibles riesgos para la salud. En efecto, el uso inapropiado o inexperto de estas tecnologías puede dar lugar a exposiciones innecesarias que aumentan los riesgos y no aportan beneficios adicionales a los pacientes pediátricos.

La energía que absorben los tejidos y los órganos expuestos a radiaciones puede provocar dos tipos de efectos. Ante la exposición a dosis mucho más altas de las habituales en pruebas diagnósticas por imagen, la radiación puede causar la muerte celular. Los daños derivados de estas exposiciones pueden ser lo suficientemente extensos como para afectar al funcionamiento de los tejidos y pueden detectarse durante la observación clínica (por ejemplo, enrojecimiento de la piel, caída de pelo o cabello, cataratas). Los problemas de salud de este tipo se llaman reacciones tisulares o efectos deterministas y ocurrirán solo si la dosis de radiación supera un umbral concreto (ICRP 2012).

A pesar de que el cuerpo cuenta con mecanismos de reparación del ADN muy potentes, la exposición a la radiación también puede provocar la transformación no letal de las células. Si no se eliminan las células transformadas, después de un periodo de latencia considerable (varios años o incluso varias décadas) pueden volverse malignas. Estos efectos se conocen como probabilísticos o estocásticos. A efectos de protección radiológica, se asume que existe una relación lineal entre la exposición y el riesgo de desarrollar cáncer, sin que exista un valor umbral de dosis por debajo del cual el riesgo sea cero.

La dosis de radiación administrada durante las pruebas diagnósticas no debería causar efectos deterministas. Sin embargo, durante los procedimientos intervencionistas guiados por imágenes se pueden llegar a administrar dosis lo suficientemente altas como para causar efectos deterministas tales como lesiones cutáneas en algunos pacientes, principalmente en adultos y adolescentes de mayor tamaño.

Los riesgos estocásticos son una preocupación aún mayor en imagen pediátrica, puesto que los niños son más vulnerables que los adultos al desarrollo de ciertos tipos de cáncer y tienen una esperanza de vida mayor durante la cual podrían desarrollar problemas de salud a largo plazo causados por la radiación, como podría ser el cáncer. El riesgo de desarrollar cáncer como resultado de bajas dosis de radiación, como las

correspondientes a las pruebas radiológicas de imagen, no se conoce con exactitud. Los riesgos a dosis bajas se estiman sobre la base de la mencionada hipótesis de una relación lineal sin umbral (LSU). Este enfoque de precaución se basa en el supuesto de que la probabilidad de desarrollar cáncer aumenta en forma proporcional con el aumento de la dosis de radiación, incluso para pruebas radiológicas de imagen de baja dosis (Brenner 2001; Brenner 2002; Brenner 2003; Brenner 2007; Chodick 2007; Johnson 2014; Hauptmann 2020).

Todas las personas tienen una probabilidad de desarrollar cáncer (incidencia) y/o morir por causa del cáncer (mortalidad) durante su vida. Se estima que aproximadamente cuatro de cada diez individuos padecerán cáncer durante su vida aún sin exposición a la radiación y que el cáncer contribuye en al menos el 20 % a la tasa de mortalidad de la población general (UNEP, 2016). Esto se conoce como el riesgo base a lo largo de la vida (LBR, por sus siglas en inglés de *Lifetime Baseline Risk*.). El riesgo adicional de incidencia prematura o mortalidad debido al cáncer atribuible a la exposición radiológica se conoce como riesgo atribuible a lo largo de la vida (LAR, por sus siglas en inglés de *Lifetime Attributable Risk)*. El LAR es un valor basado en la edad y el sexo que se calcula a partir de modelos de riesgo derivados de estudios epidemiológicos (UNSCEAR 2008; BEIR 2006; UNSCEAR 2013).

Aunque los riesgos individuales asociados a la exposición a la radiación resultante de las pruebas de radiodiagnóstico suelen ser bajos y los beneficios considerables, la creciente cantidad de pacientes que se someten a radiación se ha convertido en un problema de salud pública.

Deben tenerse en cuenta cuatro aspectos importantes a la hora de realizar pruebas de imagen en niños:

1. Los niños son más vulnerables que los adultos a algunos tipos de cáncer radioinducidos (cáncer de tiroides, tumores cerebrales, cáncer de piel, cáncer de mama o leucemia); para otros todavía no existe suficiente información al respecto (UNSCEAR 2013). La susceptibilidad de los niños al cáncer radioinducido ha sido un asunto de interés durante más de medio siglo. Las revisiones recientes de las investigaciones sugieren que, en general, los niños podrían ser entre dos y tres veces más sensibles a la radiación que los adultos.

2. El cáncer relacionado con la exposición radiológica durante la infancia resulta de media en más años de vida perdidos que durante la edad adulta. Los niños tienen una mayor esperanza de vida, lo que implica un mayor periodo temporal para manifestar problemas de salud radioinducidos a largo plazo.

3. El cáncer radioinducido podría presentar un periodo de latencia largo que varía según el tipo de malignidad y la dosis recibida. El periodo de latencia de la leucemia infantil suele ser inferior a cinco años, mientras que el periodo de latencia de algunos tumores sólidos puede medirse en décadas.

4. En la obtención de imágenes diagnósticas en niños pequeños y bebés, un fallo en el ajuste de los parámetros o configuración de la exposición que se usa para adultos o niños de mayor edad puede dar como resultado una dosis mucho mayor de lo necesario (Frush 2003; Frush 2004; Brody 2007). Estas dosis más altas de lo requerido, que por tanto conllevan más riesgos, pueden reducirse considerablemente sin afectar a la calidad de la imagen, lo que se conoce como optimización de la protección.

El valor clínico de las imágenes diagnósticas obtenidas por radiación es incuestionable en el diagnóstico de enfermedades y lesiones pediátricas.

El valor clínico de las imágenes diagnósticas obtenidas por radiación es incuestionable en el diagnóstico de enfermedades y lesiones pediátricas. Existen múltiples oportunidades de reducir la dosis de radiación sin pérdida de información pertinente para el diagnóstico. Incluso cuando los riesgos de radiación son bajos, la protección radiológica en imagen pediátrica constituye un problema de salud pública debido al gran volumen de pacientes pediátricos expuestos a estos riesgos.

Es necesario aplicar un enfoque equilibrado que reconozca los múltiples beneficios sanitarios, al tiempo que aborde y reduzca al mínimo los riesgos para la salud.

Las nuevas tecnologías de la salud y los nuevos dispositivos médicos que utilizan radiación ionizante han supuesto un gran avance en el proceso de diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades en humanos. Sin embargo, un uso inadecuado o inexperto de estos dispositivos y estas tecnologías puede dar pie a exposiciones innecesarias o accidentales y, por extensión, a riesgos para la salud de los pacientes y el personal involucrado. A la hora de establecer un diálogo sobre los riesgos y beneficios del radiodiagnóstico pediátrico, es importante comunicar que es posible controlar los riesgos y aprovechar al máximo los beneficios seleccionando la prueba adecuada y utilizando métodos que reduzcan la exposición del paciente sin reducir la eficacia clínica, objetivos que se pueden lograr aplicando los dos principios de la protección radiológica en medicina: justificación de los procedimientos y optimización de la protección.

Existen numerosas maneras de reducir la dosis y el riesgo en el diagnóstico por imagen en pediatría sin comprometer los datos de dicho diagnóstico ni la interpretación de la imagen. La dosis de radiación se puede ajustar en función del procedimiento y el detalle de las imágenes necesarias para establecer el diagnóstico y teniendo en cuenta el tamaño del niño. Para conseguir una imagen aceptable en los niños de más corta edad se necesitan menores niveles de radiación.

El principio de justificación se aplica en tres niveles en el ámbito médico (ICRP 2007a):

- En el primer nivel, el uso adecuado de radiación en el ámbito médico está aceptado puesto que aporta más beneficios que daños.
- En el segundo nivel (justificación genérica), un procedimiento específico está justificado para un grupo de pacientes que muestran síntomas relevantes o para un grupo de personas en riesgo de sufrir una enfermedad que sea posible detectar y tratar.
- En el tercer nivel (justificación individual), la aplicación de un procedimiento específico a un paciente individual está justificada si esa aplicación se considera que aportará más beneficios que daños al paciente.

La justificación de un procedimiento médico radiológico en concreto suele venir recomendada por las autoridades sanitarias y las asociaciones profesionales. Las asociaciones profesionales, de la mano de los ministerios de sanidad nacionales, suelen ser quienes proporcionan las directrices para justificar la realización de pruebas. Estas directrices están diseñadas para orientar a los médicos prescriptores en la gestión adecuada de los pacientes, seleccionando así el procedimiento más adecuado para cada cuadro clínico.

Cuando resulten adecuados y estén disponibles, es preferible utilizar medios de obtención de imágenes que no utilicen radiación ionizante, por ejemplo, ecografías (ultrasonidos) o la resonancia magnética (ondas electromagnéticas y de radiofrecuencia), particularmente en niños.

Cuando resulten adecuados y estén disponibles, es preferible utilizar medios de obtención de imágenes que no utilicen radiación ionizante.

La forma más eficaz de reducir la dosis de radiación asociada al radiodiagnóstico pediátrico es reducir la cantidad de procedimientos o, preferiblemente, prescindir de aquellos que sean innecesarios o inadecuados. La justificación de un procedimiento por parte del médico prescriptor y del médico realizador del procedimiento radiológico es una medida fundamental a la hora de evitar dosis de radiación innecesarias antes de que un paciente se someta a una prueba de imagen.

La duplicación de pruebas diagnósticas por imagen ya realizadas en otras instalaciones sanitarias representa un porcentaje considerable de estas pruebas innecesarias. A fin de evitar esta repetición, debe recabarse previamente la suficiente información (incluyendo imágenes e informes médicos) con suficiente detalle y estos deben estar disponibles para los profesionales sanitarios, es decir, en el centro de atención médica. De este modo, se contribuye a la creación de un historial médico individual del paciente. Los métodos utilizados para trazar la exposición a la radiación incluyen informes en papel (por ejemplo, documentos donde se indique la dosis) así como informes digitales (fichas del paciente y *software* especializado) (Seuri 2013; Rehani, 2012).

Para los procedimientos de dosis relativamente bajas (por ejemplo, radiografías torácicas u otras pruebas convencionales con rayos X), una medida razonable podría ser el seguimiento únicamente del número de pruebas. Sin embargo, para procedimientos de dosis altas (como las TC, PET/TC, intervenciones guiadas por imagen y la mayoría de procedimientos de medicina nuclear) se recomienda llevar un registro de la dosis por cada prueba (o de los factores que puedan permitir la estimación de la dosis) además de la cantidad de pruebas que se realicen (Rehani 2010).

A la hora de determinar cuál es el procedimiento o el examen de imagen más apropiado, es necesario tener en cuenta la necesidad médica (el beneficio), además de los costes y los riesgos de radiación potenciales derivados de los procedimientos que emplean radiación ionizante. En caso de existir duda con respecto a cuál es el mejor procedimiento para responder a la pregunta clínica, establecer un diálogo entre el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos (por ejemplo, el radiólogo, el médico especialista en medicina nuclear) puede ayudar a tomar la decisión correcta.

El médico remitente debe plantearse una serie de preguntas al considerar los procedimientos de imagen:

1. *¿Se ha hecho antes?* - rastrear los historiales de exposición a la radiación es esencial.
2. *¿Lo necesito?* - ¿El resultado influirá en la atención del paciente o fortalecerá la confianza en el diagnóstico?
3. *¿Lo necesito ahora?*

4. *¿Es el mejor estudio clínico?* - hay otras alternativas.
5. *¿Explico el problema claramente? ¿de una manera que aclare la necesidad exacta?* (y pueda abrir espacio para la reducción de la dosis - optimización, ver más abajo).

La integración de un sistema de apoyo a la decisión clínica (SDC) puede ayudar a la justificación de las pruebas que se solicitan.

El uso de parámetros técnicos aplicables a adultos podría provocar una radiación mayor de la necesaria en niños. Las instalaciones donde los pacientes se someten a radiación deberán adaptarse a los niños de modo que se administre la menor dosis de radiación que sea necesaria para proporcionar una imagen a partir de la cual pueda obtenerse un diagnóstico certero.

Una mejor comunicación entre médicos prescriptores remitentes y médicos realizadores de procedimientos radiológicos facilitaría el proceso de optimización.

Los niveles de referencia para el diagnóstico (NRD) son de alguna forma niveles de investigación de la dosis (en radiología diagnóstica e intervencionista) o de actividad administrada (en medicina nuclear) definidos para pruebas habituales y grupos de pacientes de tamaño normal como herramientas para la optimización y el control de la calidad.

La variación de tamaño entre adultos es leve, en comparación con el amplio abanico de tamaños de los pacientes pediátricos, lo que pone de manifiesto la necesidad de distintos niveles de referencia para el diagnóstico según el tamaño. Estos niveles de referencia suelen expresarse en función del peso o de la edad. Los NRD no son límites de dosis y son recomendables, pero no obligatorios, si bien la implantación del concepto de NRD es un requisito de seguridad básico. Una vez establecidos, los NRD se revisan con periodicidad y se actualizan con el fin de reflejar unos valores de referencia coherentes con el conocimiento profesional. Las distintas instalaciones médicas pueden comparar las dosis que aplican en sus prácticas con los NRD para ciertos grupos de pacientes con el fin de garantizar que las dosis de un procedimiento concreto no varían de forma considerable de las que proporcionan los servicios homólogos.

Una comunicación mejor y más eficaz entre los médicos prescriptores remitentes y los médicos realizadores de procedimientos radiológicos facilitaría el proceso de optimización. La información proporcionada por el médico prescriptor (es decir, solicitudes legibles y expresadas con claridad) deberá incluir las preguntas clínicas que deberá responder la prueba diagnóstica. Esta información es necesaria para determinar si el proceso está justificado, y también deberá ayudar a optimizar el protocolo de la prueba ajustando los parámetros técnicos radiológicos para obtener una calidad de imagen adecuada para resolver las consideraciones pertinentes del diagnóstico diferencial con la dosis de radiación más baja posible (Linton 2003).

Radiología pediátrica convencional

La radiografía pediátrica convencional engloba la radiografía analógica, así como la RC y la RD, siendo estas dos últimas tecnologías digitales. La RC y la RD ofrecen beneficios considerables en comparación con la radiografía analógica, así como un registro duradero y accesible (sin riesgo de pérdida de placas, con disponibilidad electrónica inmediata) y la posibilidad de manipular las imágenes (por ejemplo, ampliación de la imagen, ajuste del contraste y el brillo y un mayor rango dinámico que puede producir una calidad adecuada con exposiciones bajas, las cuales producirían imágenes analógicas subexpuestas).

Sin embargo, también existe el riesgo de incrementar la dosis del paciente involuntariamente. Por ejemplo, en el pasado, las imágenes sobreexpuestas eran demasiado oscuras. Sin embargo, la tecnología digital permite compensar este exceso de exposición alterando el brillo y el contraste tras su obtención. Además, a no ser que exista un programa de control de calidad potente, los cortes múltiples suelen eliminarse directamente y nunca llegan a las personas que están interpretando la imagen. Por otro lado, la colimación manual como parte integrante del procesado posterior a la obtención de la imagen puede implicar el envío de una imagen a la persona que la esté interpretando sin que esta indique qué parte de la imagen original estaba realmente expuesta (cortada). La falta de familiaridad con la tecnología, como los algoritmos de post-proceso, también puede disminuir la calidad de la imagen proyectada.

Es crucial disponer de la formación y entrenamiento adecuados, así como de planteamientos de la gestión de las dosis por equipos (es decir, involucrando al radiólogo, el especialista en física médica, el técnico/auxiliar en radiodiagnóstico, etc.) para asegurar la optimización de la protección en la radiografía computarizada y la radiografía digital (Uffmann 2009; ICRP 2007b).

Tomografía computarizada

En TC, un haz de rayos X atraviesa una zona del cuerpo del paciente y después incide en un anillo de detectores. Tanto la fuente de rayos X como los detectores rotan dentro de la máquina. Mientras se desliza al paciente por la mesa dentro de la máquina, un ordenador genera imágenes de cortes secuenciales (axiales) del cuerpo del paciente y muestra las imágenes en un monitor. La TC proporciona de manera rápida y fiable información médica muy valiosa que puede salvar la vida del paciente. Resulta particularmente útil para la imagen craneal, torácica, abdominal/pélvica y ósea.

La TC, con una frecuencia algo inferior a la de la radiografía torácica (6,3 % de todas las pruebas con rayos X), representa la principal aportación a la dosis colectiva (43,2 %). Mientras que la frecuencia de TC en niños ha crecido, los avances tecnológicos han logrado reducir considerablemente las dosis de radiación por procedimiento.

Las posibilidades de reducir la dosis de radiación innecesaria en las TC pediátricas incluyen los parámetros de exposición según el tamaño del niño (tamaño individual/edad) y su cuadro clínico, prestando especial atención a los niveles de referencia diagnósticos. La mayoría de los equipos de TC cuentan con tecnología automática de reducción de dosis que ayuda a optimizar la dosis, también para los niños. Cuando la TC es la prueba adecuada, se debe considerar lo siguiente:

1. Adaptar los valores de kV y mA en función del tamaño del niño.
2. Una adquisición (fase única) por lo general es suficiente.
3. Adquirir la imagen únicamente de la zona indicada.

También algunas estrategias deberían ser consideradas para reducir las dosis:

- Mayor velocidad de giro del tubo (mesa).
- Escaneado de varias zonas del cuerpo de forma simultánea para minimizar el solapamiento del escaneado.
- Uso óptimo del contraste intravenoso.
- Posición del paciente en el escáner.

Radiología dental

La radiografía intraoral interproximal y/o la ortopantomografía son herramientas que los odontólogos y ortodoncistas utilizan desde hace muchos años. Sin embargo, la presencia actual de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT por sus siglas en inglés de *Cone Beam Computed Tomography*) y las tomografías computarizadas multicorte en la evaluación de la dentadura y/o las enfermedades orales o maxilofaciales ha suscitado debate respecto de su justificación y optimización. En cualquier caso, las pruebas radiológicas de los caninos superiores no suelen ser necesarias antes de los diez años de edad (Comisión Europea, 2012).

Fluoroscopia diagnóstica

La fluoroscopia es una modalidad de imagen que utiliza un haz de rayos X para producir imágenes dinámicas del cuerpo prácticamente a tiempo real, tomadas mediante un detector especial y visualizadas en monitores. La fluoroscopia se utiliza tanto para la obtención de un diagnóstico por imagen como para el tratamiento guiado por imagen (por ejemplo, colocación de un catéter/globo, y otros procedimientos intervencionistas en el corazón, en el cerebro y en cualquier otra parte del organismo).

La cantidad de radiación en las pruebas fluoroscópicas, por lo general, suele ser superior a la de las radiografías simples (por ejemplo, radiografía de tórax), y depende del tipo de procedimiento, del tiempo de escopia) y del tamaño del paciente.

La fluoroscopia sigue siendo una prueba radiológica de imagen importante entre los pacientes pediátricos. Los estudios fluoroscópicos en niños pueden utilizarse para examinar la vejiga o la uretra (cistouretrograma miccional o VCUG, del inglés *Voiding cystourethrography*), el tramo superior del tracto gastrointestinal (medios de contraste de ingestión oral o estudios del tránsito esofagogastroduodenal) y del tramo inferior del mismo (enema opaco).

La dosis de radiación varía en función de la prueba específica, la calidad de la imagen necesaria para el diagnóstico, el tamaño del paciente, la dificultad de la prueba y la configuración del equipo de imagen.

Intervenciones guiadas por imágenes

Las intervenciones guiadas por fluoroscopia pueden resultar en una mayor exposición a radiaciones para los pacientes y el personal que en otras pruebas diagnósticas de imagen, pero evitan muchos de los riesgos inherentes a otros procedimientos quirúrgicos pediátricos más complejos. Las intervenciones complejas pueden requerir dosis de radiación más altas y su justificación debe ser evaluada de forma individual. Los riesgos de la radiación pueden reducirse al mínimo mediante la implantación de medidas prácticas para optimizar la protección (Sidhu 2010; NCRP 2011).

Antes de la intervención, el intercambio de información entre el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos (por ejemplo, el radiólogo intervencionista, el cardiólogo intervencionista u otros) permite respaldar la decisión de realizar el procedimiento (justificación). También deberá plantearse la posibilidad de realizar otras pruebas de imagen, particularmente aquellas que no requieran radiación ionizante (por ejemplo, resonancia magnética o ecografía). El médico prescriptor remitente puede ayudar a reunir el historial médico del paciente y su historial radiológico para poder evaluar la exposición ra-

diológica acumulada del paciente. Del mismo modo, conviene tener en cuenta hallazgos clínicos previos en cada nueva prueba.

Durante la intervención, todos los miembros del equipo de radiología intervencionista colaboran para garantizar la optimización de la protección y la seguridad. Una comunicación eficiente entre los miembros del personal ayuda a mantener las dosis de radiación en niveles lo más bajos posible.

Se recomienda un seguimiento clínico a los pacientes que han recibido dosis relativamente altas en la piel durante uno o más procedimientos. El paciente y su familia también deben ser informados sobre la posibilidad de que aparezca cualquier signo clínico de lesión cutánea como el enrojecimiento de la piel (eritema) en el lugar de incisión del haz, así como la manera de proceder en caso de que aparezcan.

Se recomienda un seguimiento clínico a los pacientes que han recibido dosis relativamente altas en la piel durante uno o más procedimientos.

Medicina nuclear

La medicina nuclear pediátrica proporciona información importante para facilitar el diagnóstico, la gravedad, el tratamiento y el seguimiento de una serie de enfermedades pediátricas. Las dosis al paciente son más altas para las tomografías por emisión de positrones (PET) y las PET/TC, una modalidad de medicina nuclear que proporciona información funcional y anatómica que suele utilizarse para la evaluación y el seguimiento de neoplasias malignas (Accorsi 2010).

La medicina nuclear utiliza sustancias radiactivas (radiofármacos) para generar imágenes y medir aspectos funcionales del cuerpo del paciente (medicina nuclear diagnóstica) y/o destruir células anómalas (medicina nuclear terapéutica). El radiofármaco se acumula principalmente en el órgano o el tejido sobre el que se realiza la prueba, donde libera su energía (radiación). La introducción de la tomografía de emisión de positrones (PET) y los sistemas de imagen integrados (por ejemplo, SPECT[7]/TC, PET/TC, PET/RM[8]) han ampliado las aplicaciones de la imagen molecular con radiofármacos. Los pacientes que se sometan a PET/TC o SPECT/TC están expuestos a radiación tanto del radiofármaco inyectado como de los rayos X de la TC.

La radiactividad varía, de modo que diferentes trazadores tienen diferentes periodos de semidesintegración (tiempo para que se elimine la mitad de la radiactividad del organismo). Por ejemplo, el radionucleido utilizado de manera más habitual, Tecnecio-99m, tiene un periodo de semidesintegración de seis horas, y a todos los efectos prácticos se habrá eliminado en dos días y medio (sesenta horas). Respecto de los radionucleidos seleccionados, la dosis por unidad de actividad puede ser diez veces mayor para los bebés que para los adultos (UNSCEAR 2013).

7. SPECT, del inglés *Single photon emission computed tomography.* Tomografía computada por emisión monofotónica.

8. Resonancia magnética.

Para optimizar la protección de los niños y los adolescentes en medicina nuclear diagnóstica, se aplican programas de optimización de actividad administrada en pacientes pediátricos, que generalmente se basan en dosis recomendadas para adultos y se ajustan según algunos parámetros como el peso corporal del paciente.

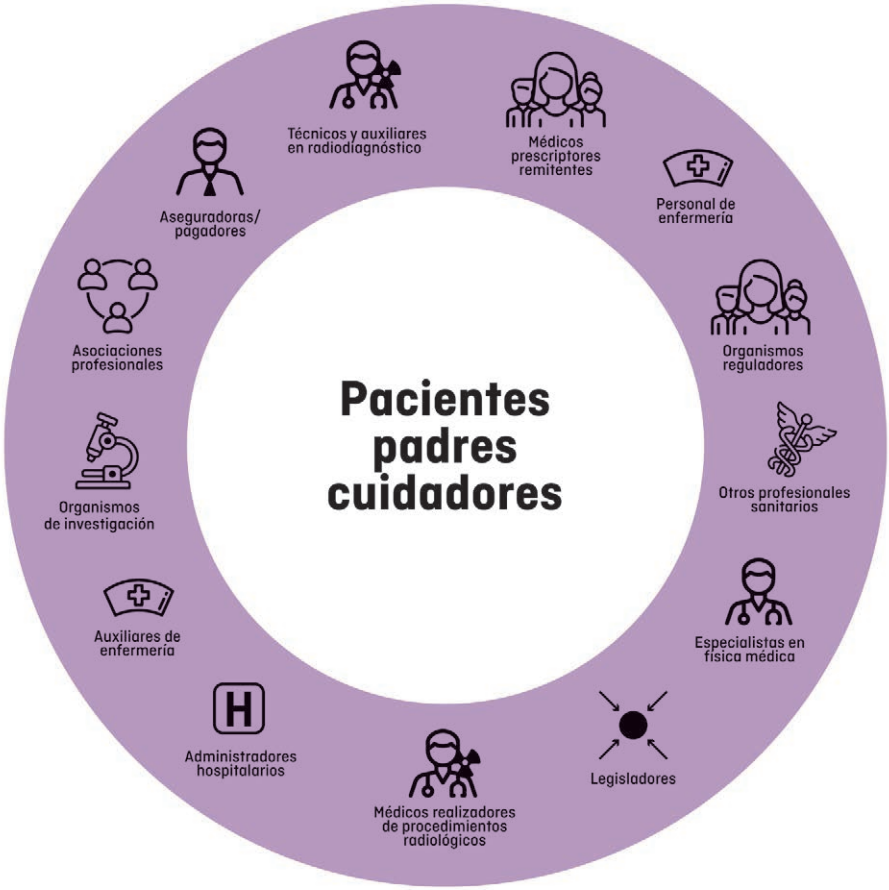
Principios generales de optimización

- La dosis de radiación depende de la información necesaria para responder a la pregunta clínica y del tamaño del paciente.
- La dosis real la determinarán el procedimiento específico, la calidad de la imagen necesaria para el diagnóstico y el tamaño del paciente.
- Algunos órganos en niños resultan más sensibles a la radiación que en adultos, y los niños presentan una esperanza de vida mayor en la que podría desarrollar efectos tardíos, como el cáncer.
- Un rasgo común es el principio de mantener las dosis en los niveles más bajos que resulte razonablemente posible (ALARA[9]), sobre todo en niños.
- La reducción de la dosis no debería comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes. Existen numerosas técnicas para reducir la dosis y el riesgo en imagen pediátrica sin comprometer la calidad diagnóstica.

Para establecer una cultura de seguridad radiológica, conviene comenzar desde los niveles jerárquicos superiores de la organización, aunque las dimensiones y la promoción de dicha cultura dependerán de su asimilación por parte de todos los implicados en la prestación de los servicios, incluyendo los directores, administradores, profesionales sanitarios y otros miembros del personal auxiliar, así como los pacientes y sus familias. Las organizaciones con una buena cultura de seguridad radiológica se caracterizan por una comunicación basada en la confianza mutua, las percepciones comunes sobre la importancia de la protección y la seguridad radiológicas. La siguiente figura presenta los diversos grupos implicados en la comunicación del riesgo radiológico y el diálogo beneficio-riesgo en imagen pediátrica.

9. El término ALARA corresponde a las siglas inglesas de la expresión "tan bajo como sea razonablemente posible" (*As Low As Reasonably Achievable*).

Figura 18. Diversos grupos implicados en la comunicación de los beneficios y los riesgos de la radiación en imagen pediátrica. Fuente: OMS, 2016.



Comunicar los beneficios y los riesgos de las pruebas de diagnóstico por imagen pediátrica que emplean radiación ionizante realmente puede resultar todo un desafío. En primer lugar, las personas a menudo presentan una serie de influencias personales que afectan a su percepción de los riesgos.

Mientras un diálogo de riesgo de radiación más genérico generalmente ocurre entre el remitente y el paciente y la familia o cuidadores, el radiólogo puede contribuir a un diálogo más detallado, centrado en las dosis de radiación y los riesgos relacionados con el procedimiento particular a realizar:

- El proveedor de atención primaria de la salud (por ejemplo, pediatra, médico de familia) debe participar, ya que estará más familiarizado con la afección y el historial médico del niño y con el plan de tratamiento establecido. En el contexto de la estrecha relación entre el paciente y el proveedor de atención primaria de salud, su capacidad para escuchar, responder preguntas y abordar las preocupaciones sobre los beneficios y riesgos de la radiación es crucial.
- Los radiólogos desempeñan un papel único al explicar los beneficios y riesgos de las imágenes médicas. Junto con los otros miembros del equipo (por ejemplo, físico médico, técnico en radiología) podrán responder preguntas específicas sobre la seguridad del procedimiento, la dosis de radiación para niños y el riesgo asociado.
- Las enfermeras y otro personal de apoyo de la atención médica pueden ayudar también a facilitar la comunicación.

Los riesgos de radiación para los procedimientos de diagnóstico por imágenes son pequeños.

Puede facilitarse la comunicación utilizando materiales informativos impresos y/o electrónicos para los facultativos, pacientes, padres, familiares u otros cuidadores. Dicha información podrá revisarse durante el proceso de consentimiento informado y/o en las directrices posteriores al procedimiento.

Los procedimientos de imágenes proporcionan información muy importante que permite a los proveedores de atención médica tomar decisiones informadas sobre el cuidado de un niño (incluso si el examen es normal) y pueden salvar vidas. Los riesgos de radiación para los procedimientos de diagnóstico por imágenes son pequeños. Cuando se justifica una investigación, el riesgo de no someterse a un procedimiento de radiación es mucho mayor que el riesgo de radiación del procedimiento en sí. Además, existen numerosas estrategias para reducir la dosis y el riesgo en imagen pediátrica sin comprometer la calidad diagnóstica.

Bibliografía

1. Accorsi, R., Karp, J. S., & Surti, S. (2010). Improved dose regimen in pediatric PET. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*, *51*(2), 293–300. https://doi.org/10.2967/jnumed.109.066332

2. Brenner D. J. (2002). Estimating cancer risks from pediatric CT: going from the qualitative to the quantitative. *Pediatric radiology*, *32*(4), 228–244. https://doi.org/10.1007/s00247-002-0671-1

3. Brenner, D., Doll, R., Goodhead, D. T., Hall, E. J., Land, C. E., Little, J. B., Lubin, J. H., Preston, D. L., Preston, R. J., Puskin, J. S., Ron, E., Sachs, R. K., Samet, J. M., Setlow, R. B., & Zaider, M. (2003). Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*(24), 13761–13766. https://doi.org/10.1073/pnas.2235592100

4. Brenner, D., Elliston, C., Hall, E., & Berdon, W. (2001). Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR. American journal of roentgenology*, *176*(2), 289–296. https://doi.org/10.2214/ajr.176.2.1760289

5. Brenner, D. J., & Hall, E. J. (2007). Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *The New England journal of medicine*, *357*(22), 2277–2284. https://doi.org/10.1056/NEJMra072149

6. Brody, A. S., Frush, D. P., Huda, W., Brent, R. L., & American Academy of Pediatrics Section on Radiology (2007). Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics*, *120*(3), 677–682. https://doi.org/10.1542/peds.2007-1910

7. Chodick, G., Ronckers, C. M., Shalev, V., & Ron, E. (2007). Excess lifetime cancer mortality risk attributable to radiation exposure from computed tomography examinations in children. *The Israel Medical Association journal : IMAJ*, *9*(8), 584–587.

8. Comisión Europea (2012). Protección radiológica 172, 2012; Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology – Evidence-based guidelines. Nº de publicación 172 de Protección radiológica. *Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea* http:// www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf

9. Frush, D. P., & Applegate, K. (2004). Computed tomography and radiation: understanding the issues. *Journal of the American College of Radiology : JACR*, *1*(2), 113–119. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2003.11.012

10. Frush, D. P., Donnelly, L. F., & Rosen, N. S. (2003). Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics*, *112*(4), 951–957. https://doi.org/10.1542/peds.112.4.951

11. Hauptmann, M., Daniels, R. D., Cardis, E., Cullings, H. M., Kendall, G., Laurier, D., Linet, M. S., Little, M. P., Lubin, J. H., Preston, D. L., Richardson, D. B., Stram, D. O., Thierry-Chef, I., Schubauer-Berigan, M. K., Gilbert, E. S., & Berrington de Gonzalez, A. (2020). Epidemiological Studies of Low-Dose Ionizing Radiation and Cancer: Summary Bias Assessment and Meta-Analysis. *Journal of the National Cancer Institute. Monographs*, *2020*(56), 188–200. https://doi.org/10.1093/jncimonographs/lgaa010

12. International Commission on Radiological Protection (2007). Publicación 105 de la ICRP: Protección Radiológica en Medicina. *Sociedad Argentina de Radioprotección,* 37(6). https://www.icrp.org/docs/P%20105%20Spanish.pdf

13. International Commission on Radiological Protection (2012) Publicación 118 de la ICRP: ICRP statement on tissue reactions / early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Sociedad Argentina de Radioprotección,* 41(1/2)

14. Johnson, J. N., Hornik, C. P., Li, J. S., Benjamin, D. K., Jr, Yoshizumi, T. T., Reiman, R. E., Frush, D. P., & Hill, K. D. (2014). Cumulative radiation exposure and cancer risk estimation in children with heart disease. *Circulation*, *130*(2), 161–167. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005425

15. Linton, O. W., Mettler, F. A., Jr, & National Council on Radiation Protection and Measurements (2003). National conference on dose reduction in CT, with an emphasis on pediatric patients. *AJR. American journal of roentgenology*, *181*(2), 321–329. https://doi.org/10.2214/ajr.181.2.1810321

16. National Council on Radiation Protecion and Measurements (2009). Report:160, Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. *Washington: National Council on Radiation Protection and Measurements.*

17. National Council on Radiation Protecion and Measurements (2011). Report 168: Radiation dose management for fluoroscopically-guided interventional medical procedures. *Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.*

18. National Council on Radiation Protecion and Measurements (2019). Report 184: Medical radiation exposure of patients in the United States: recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements.. *Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements*

19. National Research Council (US) Board on Radiation Effects Research. (1998). *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII, Phase I, Letter Report (1998)*. National Academies Press (US).

20. Organización Mundial de la Salud (2016). *Comunicando los riesgos de la radiación en el radiodiagnóstico pediátrico. Información para facilitar la comunicación sobre los beneficios y los riesgos en la atención sanitaria.*

21. Rehani, M., & Frush, D. (2010). Tracking radiation exposure of patients. *Lancet (London, England)*, *376*(9743), 754–755. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60657-5

22. Rehani, M. M., Frush, D. P., Berris, T., & Einstein, A. J. (2012). Patient radiation exposure tracking: worldwide programs and needs--results from the first IAEA survey. *European journal of radiology*, *81*(10), e968–e976. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.07.004

23. Seuri, R., Rehani, M. M., & Kortesniemi, M. (2013). How tracking radiologic procedures and dose helps: experience from Finland. *AJR. American journal of roentgenology*, *200*(4), 771–775. https://doi.org/10.2214/AJR.12.10112

24. Sidhu, M., Strauss, K. J., Connolly, B., Yoshizumi, T. T., Racadio, J., Coley, B. D., ... & Goske, M. J. (2010). Radiation safety in pediatric interventional radiology. *Techniques in vascular and interventional radiology*, 13(3), 158-166.

25. Tsapaki, V., Ahmed, N. A., AlSuwaidi, J. S., Beganovic, A., Benider, A., BenOmrane, L., Borisova, R., Economides, S., El-Nachef, L., Faj, D., Hovhannesyan, A., Kharita, M. H., Khelassi-Toutaoui, N., Manatrakul, N., Mirsaidov, I., Shaaban, M., Ursulean, I., Wambani, J. S., Zaman, A., Ziliukas, J., … Rehani, M. M. (2009). Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: initial IAEA project results. *AJR. American journal of roentgenology*, *193*(2), 559–569. https://doi.org/10.2214/AJR.08.2115

26. Uffmann, M., & Schaefer-Prokop, C. (2009). Digital radiography: the balance between image quality and required radiation dose. *European journal of radiology*, *72*(2), 202–208. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.05.060

27. United Nations. Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation (2016) *"Radiacion: efectos y fuentes" , Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, Viena.

28. United Nations. Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation (2008) Effects of ionizing radiation. Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. *UNSCEAR 2006 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas.*

29. United Nations. Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation (2010) Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. *UNSCEAR 2008 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas.*

30. United Nations. Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation (2013) Sources, effects and risks of ionizing radiation. Volume II: Scientific Annex B: Effects of radiation exposure of children. *UNSCEAR 2013 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas.*

9. Seguridad alimentaria en un entorno doméstico cambiante

José Juan Rodríguez

PhD. Catedrático de Universidad. Área de Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Campus UAB. Universidad Autónoma de Barcelona.

En este capítulo se pretende dar una visión general de la seguridad de los alimentos. Se inicia con una serie de conceptos que se consideran esenciales para poder entender y diferenciar entre peligro y riesgo. Actualmente se considera que un alimento es seguro ante la ausencia de peligro, pero en realidad, técnicamente lo es cuando está ausente de riesgo. Es cierto que aparentemente son términos sinónimos, pero no es así en nuestro caso. Se continúa con los apartados de control alimentario y límites microbiológicos. Quizás es la parte más técnica del capítulo, pero es importante, porque hay que considerar cómo se ha conseguido que los alimentos que consumimos hoy en día sean unos de los más seguros que se pueden adquirir en el mundo. En algunas ocasiones parece que esto se debe a la casualidad y no es así, ha habido mucho trabajo previo y un gran esfuerzo de profesionales de diferentes sectores. A partir de aquí, se entra a dar información para el ámbito doméstico, aportando información para el día a día, se aclaran algunos puntos sobre mitos relacionados con la seguridad alimentaria y se finaliza con algunos consejos.

Introducción

La seguridad de los alimentos es un tema sobre el que se ha publicado mucho en diferentes revistas científicas y en multitud de medios de comunicación. Esto ha llevado a que haya multitud de opiniones sobre lo que ha de abordar este tema y cuáles son los retos para los próximos años. Sin embargo, es especialmente llamativo que los consumidores no tienen una buena perspectiva de los peligros reales de los alimentos y cuáles son los retos a los que nos enfrentamos, lo que limita posibilidades de mejora y, sobre todo, de prevención efectiva.

La seguridad de los alimentos se ve directamente comprometida con la temperatura ambiente y las malas prácticas de higiene.

En la sociedad actual existe un miedo a la contaminación química. De entre los peligros que destacarían es probable que el primero de ellos sean los aditivos, seguidos por los contaminantes químicos, sobre todo los pesticidas, y el consumo de alimentos transgénicos.

Sin embargo, de entre los principales problemas relacionados con la seguridad de los alimentos, sin duda, los primeros en la lista han de ser los microbiológicos y, en particular, las bacterias patógenas y las micotoxinas producidas por los hongos. Los microorganismos pueden crecer cuando se dan unas condiciones adecuadas para ello. Como criterio general, a mayor temperatura, los microorganismos aumentan su velocidad de multiplicación, lo que supone un aumento de su número y de los riesgos relacionados con su presencia. En las estadísticas oficiales, la seguridad de los alimentos se ve directamente comprometida con la temperatura ambiente y las malas prácticas de higiene. Entre estas malas prácticas, la elaboración de grandes cantidades, la ausencia de una refrigeración rápida y especialmente el consumo de alimentos crudos o sin tratamiento alguno, suponen un riesgo real.

Llama por ello la atención la distancia que existe entre la realidad y la opinión pública, lo que de hecho supone un problema de cara a la prevención de las enfermedades de transmisión alimentaria.

Concepto de seguridad alimentaria

Podemos definir la seguridad alimentaria como el conjunto de acciones tendentes a prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos.

Hay muchas definiciones posibles. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas de *Food and Agriculture Organization*), «existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana» (Cumbre Mundial de la Alimentación, 1996). Sin embargo, en los países desarrollados, lo asimilamos a un concepto de inocuidad alimentaria. Por tanto, la podemos definir como el conjunto de acciones tendentes a prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos.

Aunque este parezca un término mucho más concreto, hay multitud de enfermedades que pueden ser vehiculadas por los alimentos, basadas todas ellas en controlar los peligros que se encuentran en los alimentos. En este punto es especialmente importante diferenciar entre peligro y riesgo. Estos dos conceptos parecen sinónimos y no es así.

Peligro

Un peligro es cualquier agente biológico, físico o químico que puede dar lugar a una enfermedad en los consumidores. Por tanto, significa que hay que hacer una lista de todo lo que puede hacer enfermar a una persona, a través de los alimentos y clasificarlo en función de su origen. Una buena referencia para conocer los diferentes peligros alimentarios la podemos encontrar en https://mapaperills.uab.cat.

Esta web incluye los diferentes peligros, clasificados en función de su origen:

- Peligros biológicos: 27.
- Peligros químicos: 38.
- Peligros físicos: 2.
- Alérgenos: 4.

La lista no pretende incluir a todos los peligros posibles, sino a todo aquellos que han estado implicados en algún problema de salud pública.

Sin embargo, la sola presencia de un peligro no significa que se vaya a producir una enfermedad en los consumidores. Este es un error bastante común en los medios de comunicación, incluso en algunos especialistas que estudian peligros muy concretos. De hecho, es frecuente leer noticias en las que se pueden indicar que un % más o menos alto de algunos alimentos pueden contener mercurio o fitosanitarios

o acrilamida. Este tipo de información siempre asusta al consumidor, pero no implica que los alimentos sean inseguros. En realidad, cada peligro hay que relacionarlo con un límite.

Si un peligro está en una concentración por debajo de su límite de consumo, no supone un riesgo para la salud. Por otra parte, si está por encima, sí supone un riesgo y ha de ser retirado del mercado.

Riesgo

Si tuviéramos que definir lo que es el riesgo, tendríamos que decir que es la probabilidad de enfermar después de consumir un alimento contaminado. Por ello, supondría consumir un alimento con un peligro a una concentración superior al límite establecido. Cuanto mayor sea esa probabilidad, más riesgo tendremos de enfermar por el consumo de ese alimento.

Como vemos, lo realmente importante es conocer el riesgo. La idea de riesgo la obtenemos primero por las estadísticas oficiales en relación con las enfermedades de transmisión alimentaria. En este caso, si en un país o región es más frecuente la existencia de enfermedades relacionadas con *Salmonella spp*., será este microorganismo el de mayor riesgo y si lo fuera la histamina, lo sería este tóxico.

Control de los alimentos

Tradicionalmente el análisis de los alimentos se ha realizado sobre la base de conocer la situación del producto acabado, previo a su consumo. Sin embargo, este tipo de estrategia tiene serios inconvenientes, asociados básicamente al tiempo necesario para poder obtener resultados y a la dificultad para relacionarlo con medidas preventivas que ayuden a controlar los peligros en los alimentos. En realidad, el secreto de un alimento seguro se basa en establecer medidas preventivas, más que solo tener el resultado de un análisis concreto, y aplicar estas medidas durante toda la cadena de producción de alimentos.

Aunque exista esa limitación en la capacidad para tomar decisiones productivas, no puede obviarse que deben ponerse en el mercado alimentos seguros. Por ello, las legislaciones de los diferentes países de todo el mundo imponen unos criterios mínimos que deben cumplirse para evitar que los consumidores sufran enfermedades de origen alimentario.

Estas normas, de obligado cumplimiento para toda empresa alimentaria, aseguran que un producto cumple con el mínimo marcado por la normativa durante toda la vida comercial. Así, los criterios deben establecerse de conformidad con estos principios y basarse en análisis y asesoramiento científicos. Cuando se dispone de datos suficientes, debe tenerse en cuenta un análisis de peligros adecuado para

el producto alimenticio y su uso. Además, tienen que elaborarse de forma transparente, cumpliendo con los requisitos necesarios para un comercio equitativo, y revisarse periódicamente para comprobar su utilidad frente a nuevos gérmenes patógenos, contaminantes químicos, parásitos o toxinas entre otros, la evolución de la tecnología y nuevos conocimientos científicos.

Esto significa que con la legislación alimentaria se consigue que los alimentos que se ponen en el mercado, con un etiquetado legal, son alimentos seguros. En las etiquetas se indica el tipo de alimento, la composición e instrucciones interesantes para los consumidores. Entre ellos, si se ha de mantener en refrigeración, si se pueden mantener a temperatura ambiente, así como instrucciones sobre su conservación después de abrir el envase. Una de las más frecuentes: mantener en refrigeración una vez abierto. Además, se indica la fecha de caducidad o la fecha de consumo preferente.

Es curioso, que muchos consumidores se saltan ellos mismos los controles establecidos, comprando productos que no cumplen con la ley. Por ejemplo, comprando bebidas o comidas preparadas en la playa, en zonas de esparcimiento, alimentos que se consideran artesanos pero que se nos venden en la calle o en el campo, sin ningún tipo de control. Es importante destacar que el consumidor es el eslabón más débil de la cadena alimentaria y que ha de ser consciente de ello.

Con la legislación alimentaria se consigue que los alimentos que se ponen en el mercado, con un etiquetado legal, son alimentos seguros.

Establecimiento de criterios microbiológicos

Las normas de seguridad de los alimentos han tenido una importante actualización y simplificación, que ha afectado a un importante número de reglamentos y directivas comunitarias sobre la materia. El criterio microbiológico para un alimento define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, incluidos parásitos, y/o en la cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa, volumen o superficie.

Un criterio microbiológico consta de:

1. Una descripción de los microorganismos que suscitan preocupación y/o de sus toxinas/metabolitos y el motivo de dicha preocupación.
2. Los métodos analíticos para su detección y/o cuantificación.
4. Un plan que defina el número de muestras de campo que hay que tomar y la magnitud de la unidad analítica.
5. Los límites microbiológicos que se consideran apropiados para el alimento en el punto o puntos especificados de la cadena alimentaria.
6. El número de unidades analíticas que deben ajustarse a esos límites.

Un criterio microbiológico debe indicar también:

3. El alimento al que se aplica el criterio.
4. El punto o los puntos de la cadena alimentaria en que se aplica el criterio.
5. Toda medida que deba adoptarse cuando no se cumple con dicho criterio.

Al aplicar un criterio microbiológico a la evaluación de los productos para que puedan aprovecharse de la mejor manera posible el dinero y la mano de obra es esencial que se apliquen solo métodos de análisis adecuados a los alimentos de los que se trata y a los diferentes puntos de la cadena alimentaria. Estos controles ofrecen los mayores beneficios en relación con la posibilidad de proporcionar al consumidor un alimento inocuo y apto para el consumo.

Por tanto, que se hagan los controles concretos y apropiados a cada tipo de alimento, supone una garantía para los consumidores.

Aplicación de los criterios microbiológicos

La lógica de la legislación actualmente vigente lleva a la simplificación de las normas. Sin embargo, y en cuanto a los límites microbiológicos, la tendencia está yendo en dos vías complementarias. Por una parte, se han creado las condiciones para que

todos los países miembros sigan los mismos criterios y, al mismo tiempo, se han incluido los protocolos de referencia, necesarios para que los ensayos tengan resultados comparables. Teniendo en cuenta los criterios establecidos en la UE, la situación y la mentalidad deberán cambiar de forma significativa en España. Básicamente, la regulación de las normas de análisis supone que no se van a poder seguir analizando muestras de acuerdo con criterios personales. Desde el momento en que se aplique completamente la normativa comunitaria, ante una situación de duda, la técnica de referencia será siempre la publicada. Solo serán aceptables otros protocolos cuando se pueda demostrar, mediante estudios específicos, que funcionan igual o mejor que el de referencia.

Los criterios engloban el porqué del análisis, es decir, si se está realizando una determinación microbiológica que implica un riesgo para la seguridad de los consumidores o se trata de un marcador de higiene de los productos. Una vez considerado el criterio, se impone el límite, que hay que contemplarlo en un contexto amplio. Esto significa que el límite no solo afecta al rechazo de un producto, sino que delimita y separa los productos que tienen consideración de aceptable, rechazable o en los que existe una duda acerca de su estado.

Criterios de seguridad alimentaria

Los criterios de seguridad alimentaria se refieren a microorganismos que pueden suponer un peligro para la salud de los consumidores, y solo hace referencia a aquellos agentes en los que hay un cierto consenso en cuanto a su peligrosidad y a los criterios de detección más adecuados. En todos ellos se sigue un criterio homogéneo, es decir, la primera selección es la categoría del alimento, en función del riesgo asociado, bien porque la población sea sensible o bien porque el producto esté implicado en procesos de transmisión alimentaria.

Entre los diferentes microorganismos los consumidores conocen claramente a *Salmonella*, que durante muchos años ha sido la bacteria que más preocupación causaba. Esto ha hecho que se produzca una sensación de costumbre. Por ello, podemos ver en un periódico, en Internet o en redes sociales la existencia de un grupo de personas afectadas por este microrganismo. Sin embargo, no produce una alarma particular si no ha tenido origen en el entorno de nuestra casa o de nuestros amigos. Esto demuestra que existe una relajación por parte de algunos consumidores.

Por otra parte, cuando aparece un gran brote, con centenares o miles de personas afectadas, puede producir una crisis que nos haga conocer otros peligros, otros microorganismos. Esta situación se dio en el verano de 2019 en Sevilla. El problema estaba relacionado con el consumo de carne mechada y relacionado con otra bacteria, *Listeria monocytogenes*.

Todos estos han de ser controlados en cada empresa alimentaria, relacionando tanto el plan de toma de muestra, como el límite legal. A mayor tamaño de muestra, hay una mayor presión sobre el lote de producción. En este sentido no es lo mismo analizar una, cinco, diez o veinticinco muestras. De la misma forma, el límite es también importante, puesto que en el caso de los criterios de seguridad suele ser ausencia (no detectar nada). Todo ello significa que una única muestra con un límite de ausencia implica una tolerancia relativamente elevada a que el lote de producción salga a mercado con contaminación de patógenos. Sin embargo, si el tamaño de la muestra es de treinta, con un límite de ausencia, entonces la presión sobre el lote es mucho mayor y la probabilidad de que existan patógenos en el producto es claramente inferior.

Esto, de cara a un consumidor ¿qué interés tiene? Que en los controles que se hagan, no basta con que se analice un patógeno, sino que hay que indicar el número de muestras que se analizan.

Debe tenerse en cuenta además que cada parámetro analítico va acompañado de una técnica de referencia, que normalmente es una norma de calidad ISO[10], y que ha de ser la más reciente, es decir, todos los protocolos han de ser actualizados. Este punto es especialmente importante y a veces pasa desapercibido. De acuerdo con la legislación europea, las normas se van actualizando según se van produciendo avances científicos o tecnológicos. Por este motivo se han elegido las normas ISO, que se van corrigiendo y mejorando con el tiempo. Ello implica que al emplear una técnica «actualizable» el margen de seguridad es mayor y garantiza que los consumidores pueden estar tranquilos con lo que se adquiere dentro de los productos comercializados en Europa.

De acuerdo con la legislación europea, las normas se van actualizando según se van produciendo avances científicos o tecnológicos.

Control alimentario en el ámbito doméstico

La seguridad alimentaria es algo que los consumidores valoran, especialmente, cuando consideran que se encuentran en una situación de riesgo. Sin embargo, no suele actuarse de una forma activa para mejorarla. La manera cómo se enfocan las acciones varía considerablemente entre los distintos países. Los estadounidenses son el grupo de población con una mayor sensibilidad y capacidad para aplicar avances tecnológicos en el ámbito doméstico. En Estados Unidos se emplea la tecnología alimentaria de forma generalizada y es el país donde más máquinas se adquieren para su aplicación doméstica. En un hogar americano puede encontrarse una extensa variedad de frigoríficos, hornos convencionales, microondas, calentadores o enfriadores de alimentos, entre otros.

El consumidor americano es capaz de gastarse dinero en equipos que sirvan para evaluar el nivel de seguridad de sus alimentos. Así, el empleo de termómetros que permiten controlar la temperatura interior de los alimentos o la utilización de otros

10. *International Organization for Standardization* (Organización Internacional para la Estandarización).

sistemas, como la valoración del ATP en los hogares, uno de los sistemas más en boga para el control de la contaminación en hogares e industrias, para detectar la presencia de algunos patógenos, empieza a verse con cierta frecuencia. Esta situación es menos frecuente en Europa en general y casi nula en España.

Temperatura y seguridad alimentaria

1. Utilización del frío. El frigorífico

Una adecuada temperatura de los alimentos, tanto de refrigeración como de cocción, es un factor clave de la seguridad de los alimentos. Si hay alguna acción que ayude de forma significativa al control de los alimentos esa es la temperatura. Es igualmente interesante tanto el control de la refrigeración como el del cocinado. Para la refrigeración, la calidad del equipo de frío que se instala en la cocina es el factor crítico. Por tanto, el frigorífico es un elemento central de la casa para garantizar la seguridad de los alimentos. Un sistema adecuado de frío ha de tener termómetro o un termostato bien calibrado, junto con un sistema adecuado de desescarchado. Sin embargo, en España aún existe un parque de equipos anticuados, lo que conlleva una menor efectividad y seguridad de los alimentos.

Una adecuada temperatura de los alimentos, tanto de refrigeración como de cocción, es un factor clave de la seguridad de los alimentos.

Con un frigorífico de clase A o mejor, se consigue una mayor eficiencia energética y una reducción de la factura de la electricidad, pero, además, se garantiza una mejor regulación de la temperatura de los productos que conserva. Aunque en un primer momento nos fijemos, sobre todo, en la reducción de los costes de la electricidad en nuestra factura, los efectos sobre la seguridad de nuestros alimentos suelen ser muy evidentes después de un cambio. Básicamente los alimentos duran más y disminuye el riesgo de problemas gastrointestinales si el mantenimiento del equipo es adecuado.

Es importante conocer que hay medidas de aplicación doméstica que hay que destacar. Entre las medidas de mantenimiento del equipo hay que señalar la correcta colocación de los alimentos y la correcta limpieza y desinfección. La primera de ellas supone conocer dónde se transmite el frío a los alimentos.

En algunos frigoríficos una de sus paredes es la que se enfría y de ahí se transmite al resto de superficies, al aire interior y a los alimentos. En este tipo de máquinas es necesario no acercar excesivamente los alimentos a esa pared. La pared se enfriará mucho más que el resto y hará que se forme escarcha, incluso hielo, en su superficie, lo que haría que los alimentos se puedan congelar en la superficie, haciendo que pierdan calidad. Además, cada cierto tiempo la pared se calienta levemente, desescarchando esa zona. La escarcha se transforma en agua y esta sale del interior del frigorífico por un pequeño orificio de desagüe. Por tanto, es fundamental que ese orificio no esté taponado y que permita la salida del agua. Esta agua ha de ir a una bandeja que está junto al motor del frigorífico, evaporándose en el ambiente de la cocina. Si la bandeja se rompe, el agua caerá al suelo y se verán charcos de agua en el suelo de la parte trasera del equipo.

En los equipos más eficaces, el interior del frigorífico tiene unas ranuras por donde sale el aire frío. El frío se genera en una cámara interior y unos ventiladores lo reparten por la zona donde están los alimentos. En este caso, la temperatura es más homogénea y todos los alimentos reciben el frío de forma similar. En este tipo de unidades hay que vigilar que las ranuras no se bloqueen y que no acumulen suciedad.

En todos los casos hay que hacer una limpieza y desinfección periódicas. Para ello habrá que desconectar el electrodoméstico, vaciarlo de alimentos y retirar todas las partes desmontables, que se pueden limpiar aparte. Para eliminar los residuos hay que emplear un detergente-limpiador de vajilla, mejor si es alcalino, ni ácido ni neutro, mejor con agua caliente. Esto facilita la limpieza interior, aunque esta quedará en las bayetas y esponjas, que se han de enjuagar frecuentemente. Posteriormente hay que utilizar agua limpia, para poder enjuagar y que no queden restos del producto químico. La desinfección hay que hacerla con algún producto específico. No hay que aplicar ningún producto que dé mucho aroma o pasará a los alimentos. Por ello, el desinfectante más adecuado será el agua oxigenada, que se aplicará después de enjuagar el detergente. Se deja actuar al menos durante cinco minutos y se seca con papel de cocina. A partir de aquí, se pueden volver a montar las partes desmontables, se colocan los alimentos y se conecta el equipo.

Durante el proceso, los alimentos se han de mantener fríos, por lo que se pueden poner en bolsas en el congelador, mientras se limpia el frigorífico. Mientras se limpia el congelador, se pueden poner todos juntos en el frigorífico, para que la pérdida de frío sea mínima. Todo el proceso se ha de hacer lo más rápidamente posible y en días no demasiado calurosos.

2. Utilización del calor

Por otra parte, en multitud de ocasiones se ha señalado la importancia de cocinar adecuadamente los alimentos. Para ello, se ha de garantizar que el calentamiento sea suficiente, a temperaturas de al menos 70 ºC en el interior del producto. Para asegurar este objetivo se necesitan termómetros de punción que puedan introducir una sonda en el núcleo del alimento. Esta medida puede ser eficaz para alimentos de cierto volumen. En España, estos sistemas, aunque los hay muy sencillos, se utilizan poco, con lo que el control del calentamiento se conseguirá más con la habilidad de la persona que cocine que no por un control específico.

Es importante cocinar adecuadamente los alimentos. Para ello, se ha de garantizar que el calentamiento sea suficiente, a temperaturas de al menos 70 ºC en el interior del producto.

Además, en la actualidad se considera de mayor calidad el cocinado a baja temperatura. Así, platos calentados a 45 ºC, productos semifríos o platos elaborados con productos crudos están haciéndose un hueco muy importante en la cocina actual. En estos casos, se pretende conjuntar una textura suave con un aroma y sabor novedosos en los platos. En sí mismo, esto es ideal en la innovación culinaria, pero requiere productos de una elevada calidad y un buen control durante todo el proceso. Este punto es el que requiere un detalle particular ya que este tipo de platos suelen ser muy apreciados por los consumidores, que intentan reproducirlos en sus hogares. Tecnológicamente se pueden conseguir productos similares, pero para evitar que surjan problemas de salud es muy importante tener en cuenta medidas de control higiénicas adecuadas. Entre ellas, productos de máxima frescura, mínima manipulación y un absoluto control de la cadena de frío. Hay que recordar que estamos en una situación en la que se está produciendo un cambio climático. Esto provocará un incremento de las temperaturas ambiente. Sabemos que las enfermedades de transmisión alimentaria aumentan cuando la temperatura ambiente incrementa. Por tanto, el consumo de alimentos crudos o poco cocinados va a suponer un mayor riesgo y un aumento de las enfermedades alimentarias. En la medida que el consumidor lo entienda, este riesgo se puede controlar. Si no se dan unas adecuadas medidas de control alimentario y de cocinado, veremos que los niveles de seguridad alimentaria van a disminuir.

¿*Kits* de análisis en casa?

Algunos consumidores quieren conocer si los productos que compran están exentos de los patógenos más habituales, que normalmente suelen ser los más peligrosos. Para cubrir esta demanda se han sacado al mercado sistemas inmunológicos para la detección de *Salmonella, Listeria monocytogenes* o *Escerichia coli* O157:H7 entre otros. Estos sistemas se basan en el mismo principio que las pruebas de embarazo o las pruebas de antígenos para la detección de COVID-19. En realidad, a partir de una muestra líquida, se pone una cierta cantidad dentro del sistema de análisis y, después de un tiempo, se observa el resultado.

Estos sistemas suelen ser poco precisos, pero han puesto claramente de manifiesto que empiezan a haber consumidores dispuestos a evaluar por sí mismos los peligros asociados a los alimentos que consumen o preparan. Esta situación está siendo más frecuente en Estados Unidos, lo que significa que en un futuro existirán análisis que ayudarán a los consumidores a implicarse en la gestión de la seguridad de los alimentos.

Probablemente estos sistemas de detección serán más habituales en aquellas situaciones en las que el consumidor crea que los alimentos no son seguros, o cuando se puedan producir brotes con muchas personas afectadas. La pandemia que estamos sufriendo, debido al virus SARS-CoV-2, ha permitido que muchos consumidores se hayan acostumbrado a hacer pruebas de antígenos. Esto puede permitir que este tipo de pruebas se puedan aplicar a la detección de antígenos en superficies, en las manos o en los utensilios que se utilizan para la preparación de alimentos.

ATP, una técnica con cierto futuro

La medición del ATP es uno de los sistemas más en boga para el control de la contaminación de microorganismos y de suciedad en las industrias alimentarias de todo el mundo. Lo que hace es detectar la concentración de materia orgánica en una muestra concreta. Este principio se asocia a que el ATP es la molécula de la energía en todas las células conocidas de nuestro mundo. La molécula se encuentra, por tanto, en las bacterias, los hongos y en los restos de multitud de alimentos que proceden de animales y plantas. Una de las ventajas de este sistema es que puede ser empleado para la detección de suciedad y para las zonas susceptibles de ser fuertemente contaminadas con microorganismos.

Por ello, se trata de una técnica que en el sector industrial se aplica después de la higienización (limpieza y desinfección) y que se considera de referencia en muchas plantas de procesado de alimentos como sistema para considerar si la instalación ha estado adecuadamente tratada. Este criterio suele ser muy adecuado, puesto que una buena higienización conlleva una reducción de la contaminación y una prevención de las contaminaciones cruzadas. Por este motivo, la aplicación al entorno doméstico puede ser de gran utilidad. Los puntos sobre los que se está trabajando son varios y, especialmente, sobre el frigorífico y los sistemas de frío, ya que es el lugar donde almacenamos y conservamos los alimentos frescos, desde que los compramos hasta que los consumimos.

En esta zona, la relación entre el ATP con la contaminación microbiana es elevada y significativa, lo que implica que un valor importante señalará el crecimiento de microorganismos, con el consiguiente riesgo para la salud. Al mismo tiempo, serviría para saber si una mesa de cocina o cualquier superficie se ha limpiado correctamente. La aplicación de este sistema es realmente simple ya que consiste

en pasar un bastoncillo por la superficie a analizar. Posteriormente se introduce en un tubo donde están todos los reactivos necesarios. De forma prácticamente instantánea un aparato hace la lectura y da el valor.

Estos equipos aún no se emplean en España, donde aún no están disponibles, aunque, dependiendo de la demanda esperable, podrían estarlo en poco tiempo. Quizás, en un futuro, si se consiguen equipos sencillos como los que determinan los niveles de ATP, con unos precios baratos para los reactivos, puedan introducirse en los hogares, con resultados muy positivos sobres las cifras de enfermedades de transmisión alimentaria.

Seguridad alimentaria y mitos

El mundo de la alimentación está repleto de mitos, creencias que hacen confundir la realidad con la ficción. Muchos de ellos no tienen mayor importancia. Entre los más habituales, el considerar al vinagre o al bicarbonato como desinfectantes muy eficaces, que consiguen eliminar multitud de microorganismos peligrosos. Incluso hay publicaciones en las que se indica que pueden controlar a los patógenos alimentarios en superficies domésticas. Esto es completamente falso, porque el vinagre podría ser un desincrustante débil, porque puede disolver algunos depósitos de cal, pero siempre con una eficacia muy limitada. Sin embargo, el bicarbonato tiene un efecto contrario.

El mundo de la alimentación está repleto de mitos, creencias que hacen confundir la realidad con la ficción.

No obstante, hay otros mitos que cada vez se leen con más frecuencia:

Los alimentos cuanto más crudos mejor

Esta afirmación se basa en que en los últimos cuarenta años se han conseguido unos niveles de seguridad de primer nivel mundial. Cuando no había tecnología, ni se procesaban los alimentos, los consumidores sabían que los alimentos crudos no se podían o no se debían consumir. Se desinfectaban todos los vegetales con lejía, las carnes se comían al día, siempre bien cocinadas, y se utilizaban sistemas de conservación clásicos, como añadir grandes cantidades de sal o secar intensamente los alimentos. Fallar en alguno de los puntos de cocinado, salado o desinfección suponía un riesgo para la salud. Esto pasaba en nuestro país hace solo sesenta años.

Sin embargo, la mejora de la calidad de las aguas de riego y su control, los tratamientos contra enfermedades y parásitos de los animales, la higiene en las personas implicadas en la manipulación de los alimentos, además de la utilización del frío (refrigeración y congelación) y diferentes tecnologías alimentarias, han hecho que los alimentos sean objetivamente seguros.

Ante esta situación de mejora, los consumidores han terminado creyendo que los alimentos son intrínsecamente seguros. A esto se le ha unido la creencia que los alimentos no se han de industrializar, no han de ser procesados o envasados y se considera que cuanto más cruda sea la comida, mejor y más sana y segura será. Esto es completamente falso. Un alimento crudo es intrínsecamente más peligroso y ha de estar más controlado. Si no se aumentan el número de controles y análisis, no podemos garantizar que el consumo de alimentos crudos sea seguro. En este sentido, consumir carne, leche, productos de la pesca o vegetales y hortalizas crudos y sin ningún tratamiento es una práctica peligrosa.

Los alimentos ecológicos son más seguros

Esta afirmación, sin ninguna matización, es falsa. En este caso hay que diferenciar entre alimentos de origen animal y vegetal. En los alimentos de origen animal no hay diferencias entre los ecológicos y los no ecológicos. De hecho, la seguridad en este caso no depende del origen, sino de las plantas de despiece, que son las que obtienen las piezas de carne que se ponen en el mercado.

Si hablamos de los vegetales, hay que tener en cuenta que se han de abonar con estiércol y este no es otra cosa que excrementos animales fermentados. Si estos vegetales no son lavados y desinfectados correctamente, el vegetal llevará añadidos restos fecales de los animales, que podrán aportar microorganismos patógenos de cualquier tipo. Por tanto, el consumo de vegetales ecológicos no desinfectados correctamente puede suponer un riesgo para la salud.

Para descongelar alimentos se puede dejar la comida a temperatura ambiente

Esto es falso. Los microorganismos, especialmente las bacterias, son capaces de crecer a gran velocidad a temperaturas por encima de 8 – 10ºC. Si dejamos un producto congelado sobre una superficie de la cocina, puede descongelarse en las capas superficiales en poco tiempo. Una vez que se llega a los 8 ºC la temperatura sube cada vez más deprisa, hasta que se iguala con la temperatura ambiente de la cocina. Por tanto, podemos encontrarnos en una situación de riesgo que no controlaremos. Los alimentos se han de descongelar dentro del frigorífico, lo que requiere una cierta planificación de las comidas.

Si no vemos que una superficie esté sucia, es que no hay peligro

De nuevo es falso, porque en seguridad alimentaria la prueba del algodón no funciona. Los microorganismos no se ven y es necesario limpiar las superficies que van a estar en contacto con alimentos cada día. Después de limpiar, la superficie ha de quedar bien seca y tenemos que desinfectarla al menos una vez a la semana.

Hay que lavar las carnes y el pollo antes de cocinar

Este es un mito bastante extendido. Las carnes no se han de lavar. Parece que poner la carne debajo de un chorro de agua hace que se vayan las bacterias. Esto es falso. En realidad, lavar las carnes puede suponer que, si hay microorganismos peligrosos en su superficie, estos se extiendan por otras superficies de la cocina, provocando una contaminación mayor. Por tanto, la carne, de la bandeja a la olla directamente.

Si no huele mal, se puede comer

Esto no es cierto, porque los patógenos no huelen ni saben mal y son capaces de provocarnos una enfermedad con bajo número. Por ello, es muy importante tratar bien los alimentos. Es decir, abrir el envase cuando lo vayamos a comer, dejarlos en el frigorífico, no abrir la puerta del frigorífico un tiempo excesivo y mantenerlo todo limpio. Además, hay que controlar la fecha de caducidad y la de consumo preferente. Si se nos indica fecha de consumo preferente, el fabricante nos indica que a partir de la fecha el alimento puede perder calidad, pero mantiene la seguridad. Sin embargo, si se nos indica la fecha de caducidad, el alimento no puede consumirse a partir de esa fecha, puesto que hay riesgo de pérdida de seguridad del alimento.

Algunos consejos para jóvenes y adolescentes

De los diferentes grupos de población, son los jóvenes y adolescentes los que pueden introducir cambios importantes en los comportamientos de las familias. En este sentido, es importante tener en cuenta que el elemento fundamental con la comida es la higiene. Por ello, es fundamental lavarse las manos con agua tibia y jabón y secarlas bien al manipular alimentos, cocinar y antes de comer. La higiene bloquea la transmisión de los microorganismos patógenos.

Al mismo tiempo, un alimento industrializado es un alimento controlado. Por ello, desde el punto de vista de la seguridad de los alimentos, es muy importante considerar que los alimentos que podemos comprar en un supermercado son alimentos sometidos a los controles establecidos por la legislación vigente y, en consecuencia, con un nivel de riesgo inferior al de los alimentos crudos y sin cocinar.

Es muy importante tener en cuenta que el elemento más importante para la seguridad de los alimentos es el frigorífico. Por tanto, debemos cuidarlo, no mantenerlo abierto durante demasiado tiempo y consumir primero los alimentos más antiguos.

Finalmente, es muy importante consumir una dieta variada, con inclusión de alimentos de origen animal y vegetal, con poca sal y azúcar y excluyendo el consumo excesivo de alcohol.

Bibliografía

1. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y nutrición (2021) https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/home/aecosan_inicio.htm

2. Ferrandis- García, A. (2014) *Seguridad, higiene y gestión de la calidad alimentaria.* Síntesis.

3. Harvey, R. R., Zakhour, C. M., & Gould, L. H. (2016). Foodborne Disease Outbreaks Associated with Organic Foods in the United States. *Journal of food protection*, *79*(11), 1953–1958. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-204

4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (1996) *Cumbre mundial sobre la alimentación*. Roma. http://www.fao.org/wfs/index_es.htm

5. Rajaraman, M. (2014). Organic food no guarantee against foodborne illness. *The Center for Public Integrity.* https://publicintegrity.org/health/organic-food-no-guarantee-against-foodborne-illness/

10. ¿Te preocupa el medio ambiente? Cambia tu alimentación

Ujué Fresán

Farmacéutica. Máster en Salud Pública y doctora en Biomedicina. Investigadora postdoctoral en dietas sostenibles. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Natalia Egea

Dietista-nutricionista pediátrica del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

María Dolores García

Dietista-nutricionista pediátrica del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

El pasado mes de agosto (2021) trajo consigo algo más que las cada vez más frecuentes olas de calor: el último informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (o en inglés *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático. En él se afirma de manera rotunda que:

1. No hay precedentes de tal calentamiento como el que están experimentando la atmósfera, los océanos y la tierra en cientos o miles de años;
2. Es inequívoca la influencia humana en este calentamiento;
3. El cambio climático ya está afectando a todas las regiones del mundo.

En otras palabras: el cambio climático es real, somos los responsables del mismo y no hay ningún país que no esté experimentando ya sus consecuencias, incluido el nuestro.

Con una evidencia incuestionable al respecto, hace una llamada a reducir drástica y urgentemente nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, las responsables del cambio climático, si no queremos que la temperatura del planeta aumente más allá de lo pactado en el Acuerdo de París. Y, por nuestro propio bien, no queremos.

El 24 % del total de las emisiones provienen de la agricultura, el manejo de los bosques y el uso del suelo.

Con estas conclusiones lo primero que tenemos que hacer es conocer qué actividades humanas son las principalmente responsables de esta situación. Al fin y al cabo, si tenemos que actuar, más vale atacar primero las más contribuyentes. De todas estas emisiones, casi el 35 % proceden de la producción de distintos tipos de energía, el 21 % de actividades industriales y el 15 % del sector transporte. Con estos porcentajes no es de extrañar el énfasis que se le está dando a las energías limpias y renovables, y la promoción del transporte sostenible. Pero hay otro sector del que se habla menos, y su contribución es muy notoria: el sistema alimentario.

El 24 % del total de las emisiones provienen de la agricultura, el manejo de los bosques y el uso del suelo. Un porcentaje muy superior al de todos los transportes juntos, al que tanto énfasis se le está dando. Pero desde que los alimentos se producen hasta que llegan hasta nuestros platos pasan por muchas etapas: se procesan, se envasan, se transportan, se comercializan, se cocinan… y en cada una de estas etapas se van generando más emisiones. Sin olvidarnos, por supuesto, de las producidas durante el posconsumo; es decir, durante la gestión de esos alimentos que desechamos sin ser consumidos y de todos los envases utilizados.

Considerando todas estas fases, el sistema alimentario es responsable de ¡un tercio de las emisiones de gases con efecto invernadero! Es más, estudios científicos apuntan que, aunque todas las emisiones provenientes de la combustión de energías fósiles cesaran de manera inmediata, con las emisiones derivadas del sis-

tema alimentario actual sería imposible alcanzar el objetivo del Acuerdo de París de no incrementar más de 2, y a ser posible 1,5, grados centígrados la temperatura del planeta en relación a la época preindustrial. En otras palabras, la mitigación del cambio climático pasa ineludiblemente por modificar la forma en que producimos y consumimos alimentos.

El sistema alimentario es responsable de ¡un tercio de las emisiones de gases con efecto invernadero.

Y la cosa no queda aquí; el impacto del sistema alimentario en nuestro entorno va mucho más allá de su contribución al cambio climático. De toda la superficie terrestre del planeta, más del 40 % se destina a producir nuestra comida o la comida de los animales que luego nos comemos. Para hacernos una idea de la magnitud: tan solo el 1 % de toda esa superficie está ocupada por infraestructuras, pueblos y ciudades. La extensión del sistema alimentario es cuarenta veces mayor que la de todas las poblaciones juntas. Esta inmensa expansión no se ha conseguido a cambio de nada: deforestación, fragmentación de hábitats y ecosistemas, y una gran pérdida de biodiversidad. Y no solo a nivel terrestre. De todas las poblaciones de especies marinas destinadas a consumo humano, el 34 % están sobreexplotadas, y en el caso concreto del mar Mediterráneo, el porcentaje es más del doble.

Muchas especies de peces, como los tiburones y las rayas, están en peligro de extinción a consecuencia de prácticas pesqueras poco respetuosas. Y ya hablando del agua cabe mencionar que el sistema alimentario es el sector que más agua utiliza (el 70 % del agua dulce extraída es usada en agricultura), y además es el principal responsable de su eutrofización (contaminación del agua con nitratos y fosfatos), lo cual crea un sobrecrecimiento de algas, y finalmente deriva en zonas muertas. Esto es lo que pasó hace algunos meses en el Mar Menor, para que te hagas una idea de qué estamos hablando). Podríamos seguir dando datos, pero éstos ya son suficientes para captar la idea del alto precio que está pagando la naturaleza con el sistema alimentario actual.

Y las perspectivas a futuro no son muy halagüeñas que se diga. Está previsto que la población mundial se incremente en 3.000 millones de personas para el año 2050, pasando de 7.000 millones que somos actualmente a 10.000 millones de personas; por lo que habrá que producir más cantidad de comida para satisfacer las necesidades de todos nosotros. Pero es que, además, el desarrollo económico y la urbanización está provocando que cada vez demandemos productos que son más contaminantes y que requieren más recursos. La Tierra tiene capacidad para alimentar a 10.000 millones de personas, pero no si seguimos produciendo y consumiendo de la manera actual.

Las tres acciones más efectivas para conseguir un sistema alimentario medioambientalmente sostenible son:

- La implementación de mejoras en la agricultura.
- La adopción de dietas saludables basadas en plantas.
- Y la reducción del desperdicio alimentario.

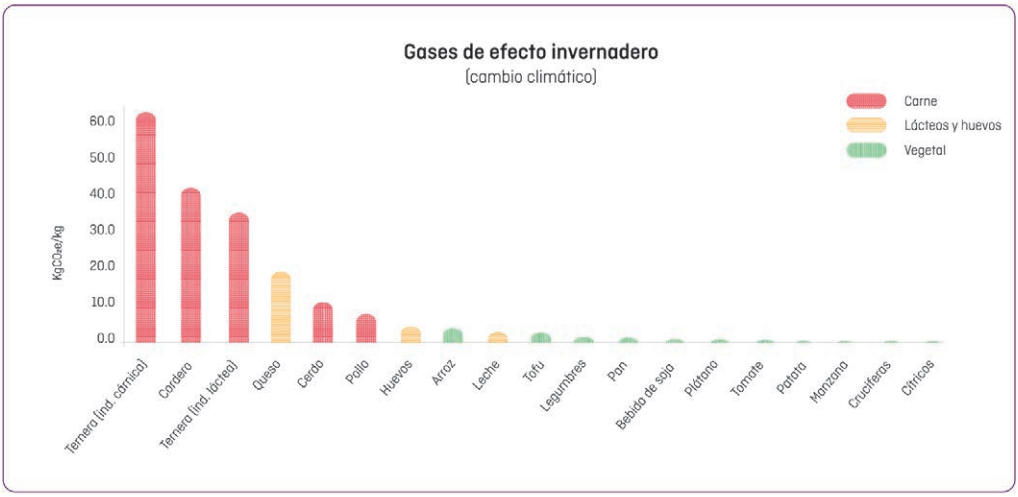
Y no es suficiente con llevar a cabo ni una ni dos de estas acciones para conseguir un sistema alimentario dentro de los límites planetarios; es necesario poner en práctica las tres. Y esto implica que, como consumidores, también tenemos una responsabilidad.

Es importante sensibilizar a la sociedad sobre las acciones más efectivas que podemos implementar para conseguir un sistema alimentario sostenible.

No todos los alimentos tienen el mismo impacto en el medio ambiente

Antes de entrar en materia y ver cómo podemos contribuir cada uno de nosotros, conviene aclarar que no todos los alimentos generan el mismo impacto ni requieren la misma cantidad de recursos. Comparemos, por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la producción de algunos de los alimentos más consumidos a nivel mundial. Para ello usaremos los datos de un reciente estudio científico publicado en la revista *Science*, en el que se reporta el impacto ambiental de diversos alimentos, usando datos de 38.700 explotaciones agrícolas y ganaderas.

Figura 19. Cantidad de gases de efecto invernadero derivadas de la producción de diferentes alimentos. Fuente: *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers.* J. Poore & T. Nemecek. *Science* 2018.



Nota: Los valores representados son las medianas de gases de efecto invernadero reportados en el artículo de Poore y Nemececk (2018) *Science*.

Como vemos en la figura 19, los alimentos que más emisiones generan son todos ellos de origen animal, y muy especialmente la carne de rumiantes, como ternera o cordero. Y es lógico si pensamos que, para conseguir alimentos de origen animal, previamente habrá que haber producido alimento para estos animales. Y la conversión no es 1:1. Para conseguir un kilo de huevos, o de carne de pollo

o de cerdo, hay que alimentar al animal con 2,3kg, 3,3kg y 6,4kg de alimento, respectivamente. Y generar este alimento para los animales, obviamente, requiere de recursos y genera contaminación. Sin olvidarnos, por supuesto, del estiércol de los animales, una fuente sustancial de óxido nitroso, un gas con un potencial de calentamiento global 298 veces superior al del dióxido de carbono (el famoso CO_2). En el caso de los rumiantes, como la ternera y el cordero, la gran cantidad de gases de efecto invernadero generados no se debe solo a estos dos factores, sino también al propio mecanismo de digestión que caracteriza a estos animales. Durante la digestión, los rumiantes producen grandes cantidades de un gas llamado metano, que tiene un potencial de calentamiento global muy superior al del CO_2.

Sin embargo, comparar las emisiones derivadas de los alimentos por kilo de producto no es del todo justo. La principal función de los alimentos es nutrirnos; aportarnos energía y nutrientes. Resulta más interesante, por tanto, comparar las emisiones que se derivan de producir la misma cantidad de calorías o de un nutriente, como las proteínas, desde diferentes alimentos. Pero, incluso así, los datos se inclinan a favor de los alimentos vegetales. Producir la misma cantidad de calorías a partir de cualquier tipo de carne -pollo, cerdo, cordero o ternera- en vez de desde arroz, alimento vegetal con mayor huella de carbono por kg de producto, supone entre 3 y 40 veces más de emisiones de gases de efecto invernadero. Incluso si ponemos como ejemplo el huevo o la leche, alimentos de origen animal con una menor huella de carbono, se seguirían emitiendo 3 y 1,5 veces más gases

de efecto invernadero, respectivamente. En el caso de las proteínas, algo similar. Obtenerlas a partir de carne en vez de desde legumbres, fuente proteica vegetal por excelencia en nuestro entorno, genera entre 7 y 47 veces más emisiones de gases con efecto invernadero, y en el caso del huevo y la leche, 6 y 4 veces más, respectivamente. Se mire como se mire, la producción de alimentos de origen animal es medioambientalmente ineficiente.

Los alimentos que más emisiones generan son todos ellos de origen animal.

Es cierto que estos valores son un promedio, y que hay una notable variabilidad en las emisiones de un mismo producto en función de cómo ha sido producido (lo cual confirma la necesidad de que los productores produzcan de una manera más respetuosa con el medio ambiente). Pero incluso las emisiones provenientes de los alimentos de origen animal con un menor impacto en el medioambiente y producidos mediante las técnicas más respetuosas con el medio, en general, son más contaminantes que las alternativas de origen vegetal. De hecho, los estudios científicos muestran que cuanto menor es la cantidad de alimentos de origen animal en nuestra dieta, menor es su huella de carbono.

Hemos hablado solo de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero cuando se analizan otros indicadores ambientales -como el uso del suelo, el uso del agua o su contaminación- los resultados son muy similares.

La cuestión del pescado es un tanto peculiar, por lo que merece una sección propia, separada de la de los alimentos terrestres. Por un lado, las distintas especies tienen diferentes características, tanto de alimentación (unas son carnívoras mientras que otras son filtradoras) como de forma de vida (unas son de agua salada y otras de agua dulce; en unas los individuos viven agregados en bancos mientras que en otras de manera más independiente; unas viven en el fondo marino y otras en aguas más superficiales); por otro lado, también existen diferentes formas de obtenerlos: están los pescados salvajes capturados (lo que se entiende propiamente como pesca) y los de piscifactoría o acuicultura (lo que sería el equivalente a granjas de pescados). Y dentro de cada uno de estos sistemas, existen diferentes técnicas: pesca de arrastre, cerco, palangre o red de enmalle son algunas de las artes de pesca, mientras que la acuicultura puede ser continental, costera o maricultura. Toda esta variabilidad hace que hablar del impacto ambiental del pescado en general no sea lo más apropiado. Entremos en detalles.

La huella de carbono de las distintas especies salvajes capturadas varía bastante de unas a otras. Algunas de las especies más frecuentemente consumidas, como calamares, atún, salmón, bacalao o merluza, tienen una huella de carbono por peso comestible similar a la del pollo, alimento con el menor impacto ambiental de entre los distintos tipos de carne; en el caso de los peces pelágicos pequeños que forman grandes bancos -como sardina, arenque o caballa- incluso más baja que la del pollo. En el extremo contrario encontramos los peces planos que no forman bancos y que se capturan con técnicas de arrastre -como lenguado- y los

crustáceos -como langosta y gamba- cuya huella de carbono es notablemente alta. Aunque en la pesca no tiene sentido hablar de otros indicadores de impacto ambiental como uso de tierra, de agua o su eutrofización ya que su contribución es mínima, conviene hacer especial énfasis en otros impactos ambientales derivados de la pesca: la sobrepesca y las capturas incidentales. De hecho, es a esto a lo que se refiere propiamente la expresión "pescado de fuentes sostenibles".

Se entiende que un pescado proviene de una fuente sostenible cuando se capturan tantos peces de esa población en concreto como sea posible para satisfacer la demanda, pero sin pescar demasiados para que esta población se pueda reproducir de forma adecuada, renovándose de manera continua, y las generaciones futuras puedan seguir abasteciéndose de ella. En la actualidad, el 34 % de las poblaciones de pescados destinados a consumo humano están sobreexplotadas. Esto implica que capturamos el pescado a un ritmo superior al que es capaz de reproducirse, por lo que el tamaño de la población es cada vez más pequeño. Por tanto, conviene evitar su consumo, y dejar que las poblaciones se regeneren. Pero el impacto de la pesca va más allá de su efecto en las poblaciones de peces diana. Muchos animales que se capturan (y por tanto mueren) no eran de la especie que se buscaba, entre los que se encuentran mamíferos marinos, tiburones, tortugas y gaviotas, así como especies de peces con bajo o nulo valor de mercado. Aunque estas capturas incidentales se producen prácticamente en todas las artes de pesca, la frecuencia es notablemente mayor en las no selectivas, como redes de cerco y arrastre. Esta última, además, en función del equipo utilizado y las características del fondo marino, puede derivar en una gran degradación del ecosistema, ya que el arrastre de la red por el lecho marino destruye a su paso corales y otras especies que se encuentran en el sedimento. Con todo esto, para optar por especies no sobreexplotadas y por prácticas respetuosas con el entorno, hay que tener en cuenta tanto la especie de pez, como la zona donde ha sido pescada, como el arte de pesca. No tiene sentido hacer aquí una lista, ya que las recomendaciones varían en función de la época del año y del estado de las distintas poblaciones. Pero si es de tu interés, la fundación Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, del inglés *World Wide Fund for Nature*) ha creado una app y una guía que puedes encontrar en su página web para el consumo responsable de pescado. Puede ser una herramienta útil para elegir las opciones más respetuosas.

El 34 % de las poblaciones de pescados destinados a consumo humano están sobreexplotadas.

Para evitar todos estos daños y poder satisfacer la creciente demanda de pescado, surgieron las granjas de pescado o piscifactorías, que, como ocurre con las granjas de animales terrestres, también generan un impacto en el medio y requieren de recursos. En general, el pescado de acuicultura tiene menor impacto ambiental -tanto en emisiones de gases de efecto invernadero, como en uso de tierra, de agua y su eutrofización- que otras fuentes proteicas de origen animal; en algunos casos, como el salmón o la trucha, o muy especialmente los bivalvos como el mejillón, almeja, ostras o navaja, incluso menor que la carne de pollo. No obstante,

existen excepciones, como los crustáceos, cuyo impacto en el medioambiente es notablemente alto. De cualquier manera, como ocurría con la pesca, la acuicultura puede incurrir en otros impactos ambientales más allá de estos mencionados si no está bien gestionada, como destrucción de hábitats de gran valor ecológico, como los manglares; riesgo de introducción accidental de especies invasoras; uso de productos químicos nocivos, mal uso de medicamentos veterinarios y resistencia a antibióticos; o producción poco eficiente e insostenible del alimento para las especies carnívoras criadas, entre otros, según reporta la FAO. Por ello, también en los pescados de acuicultura, es importante consumir aquellos provenientes de piscifactorías que empleen técnicas respetuosas con el medioambiente.

La gran reducción del impacto ambiental viene al sustituir las proteínas de origen animal por las de origen vegetal, muy especialmente las de rumiantes.

Dietas saludables basadas en plantas

Con todos estos datos resulta evidente porqué el actual énfasis en dietas basadas en plantas. Sustituir pan por patatas, o bien plátanos por manzanas, o incluso cerdo por pollo, poco va a cambiar el impacto ambiental de nuestra dieta. La gran reducción, como podemos observar, viene al sustituir las proteínas de origen animal por las de origen vegetal, muy especialmente las de rumiantes. Aunque llevar una dieta basada en plantas no conlleva necesariamente (a no ser que se desee) la eliminación total de los productos animales de nuestra dieta, sí que su consumo debe ser bajo. Se habla de que como mucho se consuman dos alimentos de origen animal al día, siendo uno de ellos un lácteo y el otro carne, pescado o huevos, limitando el consumo de carne roja como mucho a una vez a la semana.

Con estas cifras, valora tú mismo o tú misma si sigues una dieta basada en plantas, respetuosa con el medio ambiente, o no. Desde luego, la población española, con un consumo promedio de 100 kg de carne por persona al año, lejos está de seguir un patrón dietético tal.

Alrededor del 30-40 % de los niños y niñas, y la mitad de la población adulta, padece sobrepeso u obesidad.

Por otro lado, la dieta actual no solo está afectando gravemente a la salud del planeta, sino también a la nuestra. La prevalencia de enfermedades asociadas a dietas hipercalóricas y poco saludables, altas en carne y alimentos altamente procesados, ricas en azúcares, sal y grasas, está aumentando, y ya hay dos mil millones de personas adultas con sobrepeso u obesidad y un número cada vez mayor de personas diagnosticadas con diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, y otras patologías relacionadas con una dieta no saludable. Y lo que es incluso más alarmante: la presencia de estas enfermedades en niños. Más de 38 millones de niños en todo el mundo ya padecen obesidad. Nuestro país no es una excepción. Casi el 14 % de la población española mayor de dieciocho años tiene diabetes tipo 2, lo que equivale a más de 5,3 millones de personas. La situación es aún más alarmante cuando hablamos de sobrepeso: alrededor del 30-40 % de los niños y niñas, y la mitad de la población adulta padece sobrepeso u obesidad. Esto supone un alto coste, tanto personal como económico, pero que tiene la parte positiva de que se puede evitar, al menos en parte, con una correcta alimentación y estilo de vida.

Adoptar una dieta basada en plantas rica en alimentos poco procesados puede ayudar a atacar los dos problemas a la par. Tal dieta se caracteriza por ser un patrón:

- Nutricionalmente equilibrado.
- Rico en verduras, frutas, cereales integrales, legumbres y frutos secos.
- Con un bajo consumo (si lo hubiera) de alimentos de origen animal como carnes (especialmente carnes rojas y procesadas), pescado, y lácteos.
- Y muy limitado de productos con un alto contenido de grasas, azúcar y/o sal, como por ejemplo *snacks*, bollería y bebidas azucaradas.
- Prioriza los aceites insaturados sin refinar, como el aceite de oliva virgen, frente a otro tipo de grasas,
- Así como el consumo de agua en vez de otro tipo de bebidas, como refrescos.

Ya en el año 2019, la Agencia de Salud Pública de Catalunya (ASPCAT) publicó el documento "*Pequeños cambios para comer mejor*", en el que se propone una serie de cambios para conseguir un patrón dietético acorde al que acabamos de describir. Teniendo en cuenta la alimentación que se sigue en la actualidad y cómo debiera ser, nos propone:

- Aumentar el consumo de vegetales (frutas, verduras, hortalizas, legumbres y frutos secos).

- Reducir el consumo de carne roja y procesada, sal, azúcares, y alimentos ultraprocesados.
- Así como optar por cereales integrales (pan, pasta, arroz…) en vez de su versión blanca o refinada, aceite de oliva virgen, y agua como bebida de elección.

En ese documento se dan consejos para conseguir llevar una alimentación con estas características. Puedes echarle un vistazo si consideras que necesitas ideas para dar el paso hacia una dieta saludable y respetuosa con el medioambiente. De cualquier manera, seguidamente os trasladamos algunas de sus propuestas para incorporar los alimentos que debemos aumentar en nuestra dieta:

Incluir frutas, verduras y hortalizas a diario reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, estreñimiento, obesidad y algunos tipos de cáncer, entre otros.

Frutas, verduras y hortalizas

Son alimentos ricos en vitaminas, minerales, agua, fibra y otras sustancias beneficiosas, al tiempo que contienen muy pocas calorías y grasas. Incluirlas a diario y en las cantidades recomendadas (al menos cinco raciones al día) reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, estreñimiento, obesidad y algunos tipos de cáncer, entre otros.

Aquí algunas ideas que te pueden ayudar a aumentar su consumo:

- Tener un cuenco de frutas frescas siempre a la vista, en la mesa, en el mármol de la cocina o en la nevera.
- Agregar frutas a las ensaladas (manzana, naranja, uva, sandía, etc.)
- Guardar fruta pelada y/o cortada en un recipiente cerrado en la nevera, para tenerla lista para comer en cualquier momento, o poder llevarla con nosotros y picar entre horas si estamos fuera de casa.
- Planificar los menús y la compra para garantizar la presencia de hortalizas y fruta en cada comida principal.
- Preparar sofritos, sanfainas y preparaciones de hortalizas variadas y congelar en recipientes para poder disponer de ellos en los momentos con menos tiempo.
- Incorporar las hortalizas en el primer plato (por ejemplo, crema de calabacín o brócoli gratinado) así como de acompañamiento del segundo plato (por ejemplo, lentejas guisadas con verduras o pollo guisado con puerro y zanahoria) o como guarnición (por ejemplo, una pequeña ensalada de lechuga o escalivada).

Legumbres

Debido a la cantidad y calidad de la proteína que contienen, las legumbres son por excelencia las reinas de la proteína del reino vegetal. De hecho, es el alimento de elección para cubrir las necesidades proteicas si ponemos en práctica

la recomendación de disminuir el consumo de carne. Combinadas con cereales integrales se consigue una proteína completa, muy saludable y con un bajísimo impacto ambiental. Y es que las legumbres no solo son fuente de proteína, sino también de muchos otros nutrientes, como fibra, vitaminas, minerales como el hierro y calcio, y antioxidantes, con demostrados beneficios para la salud. De hecho, se recomienda consumirlas, al menos, tres – cuatro veces a la semana, e idealmente a diario.

Se recomienda consumir legumbres al menos 3 o 4 veces a la semana, e idealmente a diario.

Para favorecer su consumo te proponemos:

- Cocinar una gran cantidad de legumbres y congelar en bolsas o recipientes pequeños, o tener botes de conserva, así siempre se dispondrá de legumbres listas para su consumo.
- Añadirlas a ensaladas, arroz, sopas o a las verduras.
- Triturarlas añadiendo algún otro ingrediente, y prepararlas tipo "paté" de legumbres, como puede ser el humus, ideal para hacer bocadillos.

Para minimizar la producción de flatulencia o gases indeseables, y mejorar la absorción de sus nutrientes te sugerimos:

- Remojar durante unas 8-12 horas antes de cocinar.
- Hacer cocciones prolongadas.
- Adaptar nuestro organismo a la fibra de las legumbres progresivamente, ya que se toleran mejor si se van incorporando poco a poco.
- Los procesos de germinación y fermentación también pueden ayudarte en este sentido.

Frutos secos

Son alimentos con gran valor nutricional para la salud y efecto saciante, por contener grasas de excelente calidad, proteínas, vitaminas y minerales, además de sustancias fitoquímicas protectoras. Su consumo se relaciona con menos mortalidad y con reducciones del riesgo de padecer enfermedad cardiovascular, algunos tipos de cáncer, enfermedades respiratorias y diabetes. Se recomienda incorporarlos a diario, en cantidades pequeñas (un puñadito). Recuerda que en niños pequeños se deben tomar machacados o en forma de crema, con el fin de evitar atragantamientos.

Presentamos a continuación unas sugerencias para incorporarlos en nuestro día a día:

- Incluir siempre frutos secos (crudos o tostados, no fritos, y sin sal) en la lista de la compra para asegurarnos de que siempre están presentes en casa.
- Llevar una fiambrera pequeña o una bolsita con frutos secos para picar como *snack* si estamos fuera de casa.

- Guardarlos en un lugar de la cocina o despensa que sea visible y de fácil acceso.
- Optar por cremas de frutos secos 100 % (de cacahuetes, de almendras, de avellanas...), crudos o tostados, pero sin azúcares añadidos, para preparar bocadillos, untar con el pan, etc.

Si buscas recetas deliciosas para incorporar estos alimentos en el día a día, que puedan gustar tantos a grandes como a pequeños, no dejes de visitar la página web de la ASPCAT, Canal Salut, donde encontrarás gran cantidad de recetas con las que inspirarte. ¡Buen provecho!

Entre el 8-10 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen a nivel mundial son debidas a las pérdidas y al desperdicio alimentario.

Reducir el desperdicio alimentario

Cada vez se están implementando más campañas para reducir el desperdicio alimentario; también a nuestro alrededor. Con la finalidad de concienciar sobre el problema y habilitar algunas herramientas para promocionar su prevención, la Generalitat de Catalunya aprobó la "*Llei 3/2020, de l'11 de març, de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris*", en la que se obliga a los restaurantes a facilitar al cliente que pueda llevarse la comida que no se acabe en un envase sin coste añadido, además de instar a las empresas alimentarias a incentivar la venta de productos con caducidad próxima, y a las entidades sociales que distribuyen alimentos a conservarlos de forma óptima, entre otras iniciativas. Y no es de extrañar la urgencia que se le está brindando al asunto.

1300 millones de toneladas de alimentos cada año finalmente, por a o por b, no son consumidas. O lo que es lo mismo: un tercio de la comida producida. Vivimos en un mundo donde 690 millones de personas pasan hambre, casi 2.000 millones no tienen acceso regular a comida segura, nutritiva y en cantidad suficiente, y 3.000 millones no pueden costearse una alimentación saludable; 144 millones de niños menores de cinco años sufren retraso en el crecimiento, 47 millones tienen un peso insuficiente, y 340 millones sufren deficiencias en micronutrientes. Con estos datos, el desperdicio alimentario es, cuando menos, inaceptable. Pero este desperdicio no solo es una oportunidad perdida en la lucha por la seguridad alimentaria y nutricional, sino también para mitigar el impacto ambiental y el uso de recursos a lo largo de toda la cadena alimentaria.

Se estima que entre el 8-10 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen a nivel mundial son debidas a las pérdidas y desperdicio alimentario. Para que te hagas una idea de la magnitud, este valor equivale al 90 % de lo que emiten todos los transportes juntos. Y es que, además de las emisiones generadas para producir los alimentos, como antes hemos mencionado, muchos de los alimentos que se desechan acaban en los vertederos, donde su descomposición produce gases, como el metano, cuyo elevado potencial de calentamiento global ya ha sido previamente reseñado.

Por otro lado, 1.400 millones de hectáreas de cultivo, es decir, el 30 % de la superficie agrícola mundial, se destinan cada año para producir los alimentos que luego son desechados, y unos 250.000 millones de m^3 de agua (lo que equivale a cien millones de piscinas olímpicas) son empleados anualmente en la comida desperdiciada. Para hacernos una idea de la dimensión de este problema pongamos el siguiente ejemplo: si todo el desperdicio alimentario fuera un país, sería el tercer país del mundo con más emisiones de gases de efecto invernadero, solo por detrás de China y Estados Unidos; el segundo país del mundo con una superficie mayor, solo superado por Rusia, mayor incluso que países como Canadá, Estados Unidos, China, Brasil, o Australia; y el país que más agua empleara en agricultura.

Aunque este desperdicio alimentario ocurre en todas las fases del sistema alimentario (propiamente hablando, se habla de "pérdidas" cuando ocurre antes de que los alimentos lleguen a los comercios, y "desperdicio" cuando se produce durante la comercialización y el consumo, pero aquí nos estamos refiriendo a ambas cosas), desde la producción agrícola hasta el consumo en nuestras casas, no en todas se produce por igual. Según la Unión Europea, de los 88 millones de toneladas que se desperdician anualmente en la región, la mayoría (el 53 %) se produce en los hogares. Los consumidores españoles tiramos la reseñable cifra de 77 kg de comida por persona al año. Por otro lado, la magnitud del impacto ambiental tampoco es la misma en todas las fases. Cuando se descartan alimentos durante la producción agrícola, el impacto ambiental corresponde "solo" al de la producción; sin embargo, cuando

De los 88 millones de toneladas que se desperdician anualmente en la UE, la mayoría se produce en los hogares.

los descartamos los consumidores, se acumula al impacto generado durante la producción el derivado del resto de etapas por las que pasa el alimento hasta llegar a nosotros (procesamiento, transporte, comercialización…). Altas tasas de desperdicio junto a mayor impacto ambiental de cada alimento desperdiciado nos ponen a los consumidores como elementos fundamentales en esta lucha.

Como sociedad, todos y cada uno de nosotros podemos aportar nuestro granito de arena con pequeños cambios en nuestra rutina para hacer frente al desperdicio alimentario.

Como sociedad, debemos tomar consciencia de la existencia del problema y la repercusión que puede tener en múltiples niveles, no solo económico, sino también social y ambiental. Y es que todos y cada uno de nosotros podemos aportar nuestro granito de arena con pequeños cambios en nuestra rutina diaria para intentar mejorar esta situación.

A continuación, presentamos algunas maneras de luchar contra el desperdicio desde nuestros hogares:

- **Elegir frutas y hortalizas de aspecto imperfecto:** no deberíamos juzgar los alimentos por su apariencia. A menudo se tiran a la basura, tanto en los hogares como en las tiendas, frutas y hortalizas magulladas o con formas extrañas porque incumplen unas normas cosméticas arbitrarias. En realidad, es una cuestión meramente estética, ya que el sabor y la calidad nutricional son los mismos. De igual manera, se puede utilizar la fruta demasiado madura para preparar batidos y postres, por ejemplo.
- **Organizar y planificar los menús y comidas** para la semana o para fiestas puntuales, dando prioridad a recetas donde se utilicen los alimentos que ya tenemos en casa.

- **Hacer una buena lista de la compra,** que permitirá adquirir solo aquellos alimentos que necesitemos, teniendo en cuenta el número de comensales, sin abastecernos de más cantidad o variedad de alimentos que, en muchas ocasiones, terminarán por no consumirse.
- **Consumir los alimentos en función de su fecha de caducidad o de consumo preferente.** En este sentido, es importante conocer las diferencias entre ambos conceptos:
    - Fecha de caducidad: la fecha a partir de la cual la ingesta de un alimento puede comportar un peligro microbiológico inmediato para la salud humana, de acuerdo con la normativa de seguridad alimentaria. Superada esta fecha, no se debe consumir. Se muestra en alimentos rápidamente perecederos como carnes o pescados frescos.
    - Fecha de consumo preferente: la fecha hasta la cual un alimento conserva la máxima calidad de sus propiedades organolépticas (sabor, textura, color…). No implica que, pasada esa fecha, el alimento no sea apto para su consumo, especialmente si se ha conservado siguiendo las indicaciones del fabricante. Si no hay ningún indicio que indique lo contrario, el alimento puede ser perfectamente consumido una vez superada esa fecha. Ejemplos de esta fecha de consumo preferente la encontramos en conservas o yogures, entre muchísimos otros alimentos.

Para asegurar que damos salida primero a los alimentos con fecha de caducidad o de consumo preferente más reciente, puede ser útil colocar los alimentos recién comprados en la parte trasera de la despensa o la nevera, adelantando aquellos más antiguos y que, por lo tanto, deberán prepararse y consumirse antes. En cuanto a la congelación de alimentos o preparaciones, debemos seguir este mismo esquema comentado, además de etiquetarlos correctamente con el nombre del alimento o preparación y la fecha de congelación.

- **Cocinar la cantidad estrictamente necesaria.** Con una correcta planificación, será fácil saber qué cantidad debemos preparar de cada plato, previniendo así, que sobre comida. Además, también es importante adecuar las raciones a la sensación de hambre y saciedad de cada uno.

En ocasiones, por muy buena planificación que tengamos, pueden surgir imprevistos que nos llevarán a comida o preparaciones sobrantes en casa. En estos casos, debemos tener en cuenta varios aspectos:

- **Asegurar una correcta conservación,** mediante recipientes herméticos en la nevera o congelador, dependiendo de la fecha en la que lo vayamos a preparar o consumir.

- **Planificar opciones para incorporar estos alimentos** o preparaciones en las comidas de los días siguientes como, por ejemplo, en la próxima comida o cena.
- **Antes de cocinar algo nuevo, terminar aquellos alimentos ya preparados,** para evitar que se desperdicien y/o se acumulen más preparaciones en nuestras neveras.
- **Promocionar la cocina de aprovechamiento,** aquella tan típica de nuestros abuelos, en la que no se desperdiciaba nada, que ahora recordamos con nostalgia. Algunas ideas podrían ser: hacer "hamburguesas" con las sobras de legumbres y verduras, croquetas y canelones caseros, sopa de ajo, cremas de verduras, tortillas de verduras, etc.
- **Comidas fuera de casa:** es posible solicitar llevarnos a casa aquello que no hayamos terminado de nuestro plato. No obstante, es importante tener en cuenta que antes de llegar a este punto, es recomendable pedir, desde un inicio, aquello que sepamos que vamos a consumir (teniendo en cuenta nuestra sensación de hambre).

Es posible que, a pesar de todas estas medidas, haya alimentos que finalmente tengamos que descartar. Es muy importante que se haga en los contenedores destinados para ello, el de restos orgánicos; el contenedor marrón. Con este gesto estarás contribuyendo no solo a la lucha contra el cambio climático (ya se ha mencionado arriba la gran contribución del desperdicio alimentario en el calentamiento global cuando los restos acaban en los vertederos), sino también evitarás la contaminación del subsuelo y acuíferos causada por la filtración de líquidos producidos por esos residuos cuando se acumulan en los vertederos. Además, al depositar los restos en el contenedor marrón contribuyes a darles una nueva vida; serán transformados en compost, o bien se producirá energía (biogás) con ellos. Un doble beneficio, el de evitar su impacto ambiental y darles un nuevo uso, con un simple gesto.

Pero ten siempre presente que ésta debe ser la última de tus opciones. Aplica la regla de las 3 Rs:

- **Reduce:** compra de forma responsable.
- **Reutiliza:** aprovecha las sobras.
- **Recicla:** deposita los restos en su contenedor para darles una nueva vida.

En conclusión

Seguir una alimentación acorde a nuestras necesidades energéticas, rica en verduras, frutas, legumbres, cereales integrales y frutos secos, con bajo consumo (si es que se quiere incluir) de productos de origen animal, principalmente carnes rojas, procesadas, y lácteos, así como productos altamente procesados ricos en azúcares, grasas y sal, a la vez que reducimos el desperdicio alimentario, resulta esencial. Pues un patrón dietético tal aportaría beneficios tanto para el medioambiente como para nuestra salud, a la vez que permitiría que las futuras generaciones dispusieran de recursos suficientes para satisfacer sus propias necesidades. Recuerda: lograr un futuro sostenible también está en tus manos, o, mejor dicho, en tu plato.

Bibliografía

1. Agencia de Salud Pública de Cataluña. Departamento de Salud. Generalitat de Catalunya (2018). *Pequeños cambios para comer mejor.* https://salutpublica.gencat.cat/web/.content/minisite/aspcat/promocio_salut/alimentacio_saludable/02Publicacions/pub_alim_salu_tothom/Petits-canvis/La-guia-peq-cambios-castella.pdf

2. Clark, M. A., Domingo, N., Colgan, K., Thakrar, S. K., Tilman, D., Lynch, J., Azevedo, I. L., & Hill, J. D. (2020). Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science (New York, N.Y.)*, *370*(6517), 705–708. https://doi.org/10.1126/science.aba7357

3. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (2020, 13 de marzo) LLEI 3/2020, de l'11 de març, de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris. *Diari oficial de la Generalitat de Cataluña, 8084.*

4. GBD 2017 Diet Collaborators (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet (London, England)*, *393*(10184), 1958–1972. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8

5. Gephart, J. A., Henriksson, P., Parker, R., Shepon, A., Gorospe, K. D., Bergman, K., Eshel, G., Golden, C. D., Halpern, B. S., Hornborg, S., Jonell, M., Metian, M., Mifflin, K., Newton, R., Tyedmers, P., Zhang, W., Ziegler, F., & Troell, M. (2021). Environmental performance of blue foods. *Nature*, *597*(7876), 360–365. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03889-2

6. Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel onClimate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. *IPCC, Geneva*, 151 pp.

7. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2011) *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome.*

8. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2013) *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources (Summary Report).* 1-63. http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf

9. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2020) *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. https://doi.org/10.4060/ca9229es*

10. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas (2020) *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets.* Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/ca9692en

11. Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science (New York, N.Y.)*, *360*(6392), 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

12. Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H., … Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, *562*(7728), 519–525. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0

13. Stenmarck, A., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Buksti, M., Cseh, B., Juul, S., Parry, A., Politano, A., Redlingshofer, B., Scherhaufer, S., Silvennoinen, K., Soethoud, H, Zübert, C. & Östergren, K. (2016). Estimates of European food waste levels. *IVL Swedish Environmental Research Institute*: Stockholm.

14. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., Afshin, A., … Murray, C. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet (London, England)*, *393*(10170), 447–492. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

11. ¿Qué papel tienen las grandes compañías del sector alimentario para adaptarse a los nuevos retos de sostenibilidad?

Isabel Pérez

Dietista-nutricionista, tecnólogo alimentario, experta en comunicación. Responsable Nutrición y Salud. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.

Antonio Torres

Dietista-nutricionista y economista. Responsable Nutrición y Sostenibilidad. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.

Alicia Palmero

Assistant Sostenibilidad. Área de Asuntos Corporativos, Secretaría General. Danone Iberia.

Cada vez son más las compañías más grandes del planeta y del sector de la alimentación que se suman al compromiso de la agenda climática.

El sector de la alimentación está en el punto de mira. Es necesario que la construcción de un sistema alimentario actual incluya el mayor número de actores posibles para sumar esfuerzos y alcanzar objetivos comunes. La agenda global climática y social es exigente y la industria alimentaria puede jugar un papel clave en la transformación del modelo de producción, consumo y aprovechamiento de los alimentos.

Las compañías más grandes del planeta y del sector de la alimentación se suman al compromiso de la agenda climática que pide responsabilidad, esfuerzo y transparencia. Cada vez son más los actores que innovan y buscan modelos alternativos y que abanderan dietas flexitarianas y planetarias para cubrir las nuevas demandas y hábitos de consumo. Las empresas del sistema alimentario se entrelazan con infinidad de distintos grupos de interés, afectan y son afectados por industrias y actores sociales diferentes, por ende, la cooperación y los proyectos conjuntos son cruciales para avanzar en los retos de la alimentación global. Esta

interrelación le da al sector la particularidad de ser potencialmente beneficioso y amenazante a su vez, tanto en las comunidades locales como a nivel global. Las empresas cercanas a la sociedad, deben trabajar en la redefinición de un sistema productivo y de consumo sostenible e impulsar la educación en los hábitos de alimentación saludables y sostenibles.

Hay un reto evidente; está previsto que la población mundial aumente considerablemente, lo que en la práctica supondrá que sea necesario incrementar como mínimo un 70 % el abastecimiento de alimentos en 2050. Apostar por los productos de proximidad, la agricultura regenerativa, la protección de los ecosistemas o la lucha contra el desperdicio alimentario, son algunos de los retos que ya se abordan para consolidar esta transformación. Las empresas líderes del sector tienen derechos y deberes y la responsabilidad de liderar la transformación hacia un modelo más sostenible y de advertir de las consecuencias y el impacto que tiene la alimentación.

En el contexto actual es clave para el sector agroalimentario acelerar sus compromisos hacia la descarbonización. Las emisiones de CO_2 de una empresa o producto son tan solo un indicador de la huella que dejamos en el planeta. Es importante tener una visión holística de todos los impactos: huella de carbono, huella hídrica, impacto visual, desarrollo social, gobernanza… No basta con reducir los residuos y las emisiones, la biodiversidad debe estar protegida también a lo largo de toda la cadena de valor de la empresa. Además, las empresas arraigadas al sector primario, deben reconocer el valor del origen de los alimentos que nos rodean en el día a día, tener una relación estrecha con lo que compramos, comemos, bebemos… y valorar y proteger a las personas que velan nuestro entorno natural para que sea posible hacer accesible los alimentos a la población.

Las compañías B Corp son empresas cuyos productos, servicios y actividad diaria generan un impacto positivo en el planeta cumpliendo con altos estándares verificados de desempeño social y ambiental, transparencia pública y responsabilidad legal.

El esfuerzo por contribuir al cumplimiento de la agenda climática en el sector de la alimentación también se basa en las personas. Es clave involucrar a los niños y a los jóvenes en esta transformación porque ninguno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) deja de enfocarse hacia el futuro. Además, existe una gran oportunidad para las empresas que recae en aprovechar la legitimidad de organizaciones expertas para avanzar en el camino hacia la descarbonización. Las sinergias son más legítimas cuantas más sean las organizaciones e instituciones que se unen con un propósito común. Así pues, las organizaciones que acompañan y construyen futuro deben hacerlo de la mejor forma posible. Las generaciones más jóvenes son consumidores hoy y lo serán mañana y de ellos depende el éxito de las organizaciones. El ciudadano exige responsabilidades y se muestra más consciente de que puede ser parte del cambio.

Compañías del sector alimentario con un propósito firme muestran este avance en la transición hacia un sistema alimentario más saludable, sostenible y sobre todo inclusivo. Un sistema alimentario que no deje a nadie atrás, que sea respetuoso con el entorno y eficiente en el uso de recursos. En esta línea, los compromisos de las empresas deben ser firmes, tanto a nivel nutricional como medioambiental. El objetivo es proveer de alimentos de calidad nutricional con un menor impacto ambiental que puedan ser incluidos en el día a día de todas aquellas personas que persigan

con su alimentación, no solo el mantenimiento de su propia salud, sino también el fomento de una mejor salud planetaria.

Las compañías B Corp son empresas cuyos productos, servicios y actividad diaria generan un impacto positivo en el planeta cumpliendo con altos estándares verificados de desempeño social y ambiental, transparencia pública y responsabilidad legal. En el ámbito alimentario, Danone fue la primera compañía alimentaria en obtener dicha certificación en España. Actualmente esta compañía da respuesta a un patrón de alimentación saludable flexitariano. La compañía ha marcado un hito con la reformulación de su porfolio dirigido al público infantil para cumplir con los criterios establecidos en el modelo de perfiles nutricionales de la Organización Mundial de la Salud, en el que se indican restricciones en nutrientes críticos como el azúcar y las grasas. Danone ha incorporado a su oferta de derivados lácteos de consumo diario de reconocido valor nutricional como son el yogur y las leches fermentadas, nuevos productos de base vegetal que necesitan hasta cuatro veces menos recursos hídricos para ser producidos, emiten hasta 2,5 veces menos gases de efecto invernadero, y liberan una proporción más que significativa de terreno, deviniendo en productos nutricionalmente completos y medioambientalmente más eficientes.

También la compañía impulsa programas de transformación del modelo agroganadero en España para capacitar a pequeñas y medianas explotaciones en los fundamentos básicos para avanzar hacia un modelo competitivo y sostenible y promueve, con iniciativas como *Alimentando el Cambio,* alianzas centradas en la educación y capacitación de las nuevas generaciones para llevar una alimentación más saludable y sostenible. Otras compañías alimentarias que han obtenido la certificación B Corp son Veritas, Grupo Consorcio o Robing Good.

Otro reto ya mencionado al que también se enfrenta la industria es a la pérdida y el desperdicio de alimentos. Los sistemas alimentarios representan más de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero globales y, como se ha mencionado anteriormente, cada año, un tercio de la comida que se produce en el mundo se desperdicia, suponiendo una gran oportunidad para encontrar un modelo de alimentación justo.

Un modelo de negocio inspirador ha sido el de Too Good To Go, una aplicación basada en la economía colaborativa que, a través de su app, el consumidor puede salvar alimentos a punto de desperdiciarse. Too Good To Go ha establecido una alianza de empresas Waste Warriors comprometidas con este propósito de reducir la cantidad de alimentos desperdiciados.

La comida es el reflejo de cómo funciona nuestra sociedad: a través de una manzana seremos capaces de entender cómo es su entorno de origen, como viven las comunidades rurales, qué nos aporta la manzana y porque elegimos manzana y no pera. Que las empresas líderes del sistema alimentario ya estén trabajando para encajar en un futuro cambiante, contribuirá a más compañías arraigadas a valores locales, diversas, plurales y transparentes. La alimentación, para ser sostenible, debe ser responsable, respetuosa con los ciclos naturales y, sobre todo, justa. Debemos volver a aprender a comer responsable y conscientemente. Porque cada vez que comemos y bebemos, elegimos el mundo en el que queremos vivir.

Este capítulo ha contado con la colaboració de Grupo Danone, compañía que forma parte del movimiento B Corp.

Bibliografía

1. Alpro Life Cycle Analysis studies (2019) *Sustainibility Report 2015 -2019. A roadmap to 2020.*

2. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monfori-Ferrario, F., Tubiello, F. & Leip, A. (2021) Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food, 2*, 198–209.

3. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas (2020) *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets.* Rome, FAO. https://doi.org/10.4060/ca9692en

4. Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H., … Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, *562*(7728), 519–525. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0

12. Las ciudades y la salud infantil

Mark Nieuwenhuijsen

Profesor investigador. Director de la Iniciativa de Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud, y jefe del Programa de Contaminación Atmosférica y Entorno Urbano. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Mònica Ubalde

Investigadora Postdoctoral. Iniciativa de Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud. Programa de Contaminación Atmosférica y Entorno Urbano. Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Hoy en día, la mayoría de las personas y niños viven en ciudades, pero, en muchas de ellas, una planificación del suelo y el transporte urbanos que dista mucho de ser óptima conlleva la contaminación de aire, ruido, el efecto isla de calor y la falta de zonas verdes, todo lo cual es perjudicial para la salud. Mejoras en la planificación y transporte urbanos como el paso del tráfico motorizado privado al transporte público y activo o el reverdecimiento de las ciudades redundarán en una mejor calidad medioambiental urbana para los niños y mejorarán, por tanto, su salud, bienestar e interacciones sociales.

Introducción

Hoy en día, las tres cuartas partes de la población europea viven en ciudades y el proceso de urbanización continúa, impulsado por el crecimiento económico y las oportunidades laborales. Las ciudades son centros de innovación y creación de riqueza, pero también focos de contaminación ambiental (por ejemplo, contaminación del aire, ruido) y enfermedades (Nieuwenhuijsen, 2016). Además, a menudo faltan zonas verdes y muchos ciudadanos no hacen suficiente ejercicio. Por otra parte, cada vez hay más desigualdades en el acceso a la infraestructura pública y los servicios de salud, así como en las repercusiones de la contaminación, la degradación ambiental y el cambio climático. Estas desigualdades tienen implicaciones intergeneracionales y los niños son especialmente vulnerables a las consecuencias de la degradación ambiental. Se espera que los efectos de los cambios medioambientales a nivel mundial exacerben las vulnerabilidades y desigualdades actuales, incluidos el género, las discapacidades, la etnicidad y las diferencias económicas.

Las ciudades son centros de innovación y creación de riqueza, pero también focos de contaminación ambiental y enfermedades.

Existe una relación directa entre el diseño urbano, y cómo afecta esto a la exposición ambiental y a factores relacionados con el estilo de vida y, por tanto, a la morbilidad y mortalidad.

Los niños son una población especialmente vulnerable en las ciudades porque aún se están desarrollando en el plano físico, social y emocional. La contaminación del aire, el ruido, las temperaturas extremas y la falta de zonas verdes y actividad física se han asociado a asma infantil, retrasos en el desarrollo cognitivo, problemas psicológicos y obesidad infantil (Gascon *et al.*, 2016). Un estudio reciente estima que todos los años hay en Europa 200.000 nuevos casos de asma infantil debidos a la contaminación del aire (Khreis *et al.*, 2019). Uno de cada seis niños tiene un retraso madurativo y en la mayoría de los casos este retraso afecta al sistema nervioso. La obesidad infantil ha aumentado drásticamente en décadas recientes y en algunos países europeos alcanza niveles de hasta un 40 % de niños con sobrepeso y/u obesidad. Los datos sobre las repercusiones en la salud de las intervenciones en la planificación del suelo y el transporte urbanos aún son limitados, especialmente en niños, y se han centrado sobre todo en el transporte escolar y la remodelación de parques y espacios de juego, y principalmente en Estados Unidos (Audrey y Batista, 2015, Ruiz-Hermosa *et al.*, 2019).

Desde el punto de vista de la salud y de la planificación de suelo y el transporte urbanos, el desarrollo urbanístico actual no ha sido un gran acierto. Muchas ciudades siguen dos formas urbanas dominantes: 1) están densamente pobladas, con grandes estructuras de hormigón como las torres de pisos e infraestructura vial para el tráfico motorizado (por ejemplo, Shenzen) o 2) tienen poca densidad de población, con mucha dispersión y una infraestructura vial extensa (por ejemplo, Atlanta, Los Ángeles o Melbourne). Ambas dejan bastante que desear en lo que respecta a la sostenibilidad, la habitabilidad y la salud, sobre todo la segunda, dado que, por ejemplo, hay mucha distancia entre los destinos, poco uso mixto del suelo y poco transporte público. Por supuesto, también existen muchas ciudades que combinan ambas formas. Por último, el rápido proceso de urbanización a menudo ha redundado en un crecimiento descontrolado con una mínima atención a sus repercusiones en todo lo concerniente a la salud pública aparte de las enfermedades contagiosas.

Uno de los factores que resulta evidente en cualquier ciudad es la abundancia de coches que ha provocado altos niveles de contaminación del aire y ruido, emisiones de CO_2, el efecto isla de calor y falta de actividad física y zonas verdes en las ciudades (Khreis *et al.*, 2016, Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). En muchas de ellas, el espacio público está en gran medida reservado al tráfico motorizado (por ejemplo, el 60 % en una ciudad como Barcelona), aunque en muchas ciudades no sea el medio de transporte predominante (por ejemplo, el 25 % en un lugar como Barcelona). Los coches, estén circulando o aparcados (por término medio, pasan aparcados el 96 % del tiempo), utilizan un espacio que hoy en día es perjudicial para la salud por la contaminación del aire, el ruido, etc., cuando podría utilizarse para promover la salud si, por ejemplo, fuera una zona verde (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2016a, 2016b). A veces, da la impresión de que las ciudades están proyectadas para los coches más que para las personas, cuando necesitamos ciudades para las personas.

Hay claros indicios de que existe una relación directa entre el diseño urbano, cómo se desplazan las personas, y cómo afecta esto a la exposición ambiental y a factores relacionados con el estilo de vida y, por tanto, a la morbilidad y mortalidad (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). En una ciudad diseñada con y para grandes inversiones en infraestructura destinada al automóvil, habrá muchas personas que lo utilicen. Esto ocasionará, por ejemplo, altos niveles de contaminación del aire, ruido y estrés, el efecto isla de calor, una falta de actividad física, contactos sociales y zonas verdes, y un aumento, por ejemplo, de la morbilidad cardiovascular y respiratoria, el deterioro cognitivo y el cáncer y, por tanto, de la mortalidad prematura (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). Por otra parte, en una ciudad con y para inversiones en infraestructura destinada a medios de transporte activo como la bicicleta, habrá más personas que la utilicen. Esto ocasionará, por ejemplo, niveles más bajos de contaminación del aire, ruido y estrés, un menor efecto isla de calor, más actividad física, contactos sociales y zonas verdes y una disminución, por ejemplo, de la morbilidad cardiovascular y respiratoria, un mejor funcionamiento cognitivo y menos cáncer y, por tanto, menos mortalidad prematura (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018).

En este capítulo describimos la relación entre exposición ambiental y salud infantil en las ciudades y proponemos maneras de introducir mejoras en la planificación del suelo y el transporte urbanos que reduzcan la exposición a la contaminación.

Exposición ambiental urbana y salud infantil

Una serie de exhaustivos estudios recientes han evaluado y matizado la relación entre exposición ambiental (contaminación del aire, ruido, zonas verdes, temperatura) y sus consecuencias para la salud infantil (desarrollo fetal y neuronal, desarrollo infantil y salud respiratoria y cardiometabólica) (Foraster *et al.*, 2021, Gascon *et al.*, 2016, Vrijheid *et al.*, 2016). Los datos de que disponemos en la actualidad se resumen en la tabla 2.

Contaminación del aire

Las ciudades continúan siendo zonas donde el aire está muy contaminado.

Los niños son especialmente vulnerables a la exposición ambiental porque aún se están desarrollando. Asimismo, debido a sus diferencias fisiológicas (por ejemplo, alta frecuencia respiratoria) y conductuales (por ejemplo, mucha actividad física), pueden recibir dosis más altas de contaminantes del aire que los adultos. Las exposiciones altas y durante poco tiempo pueden tener efectos especialmente importantes sobre la salud de los niños. A nivel mundial, el 93 % de los niños respiran aire que no cumple los criterios de calidad fijados por la OMS, lo que supone 600.000 muertes infantiles prematuras todos los años. En la ciudad de Barcelona, por ejemplo, se ha visto que casi el 50 % de los casos de asma infantil se deben a la contaminación del aire (Pierangeli, 2020).

No hay etapa de la vida, órgano o sistema del cuerpo que no se vea afectado por la contaminación ambiental; no obstante, la etapa prenatal y la primera infancia son las etapas de la vida más vulnerables a esta exposición a aire tóxico, ya que perjudica el desarrollo cerebral y la salud respiratoria y aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas en el futuro. Por ejemplo, un estudio reciente realizado en Alemania a 915 niños y niñas de entre seis y quince años concluyó que la exposición a niveles altos de contaminación del aire durante la infancia puede afectar al desarrollo de la función pulmonar hasta la adolescencia (Zhao *et al.*, 2020).

Las ciudades continúan siendo zonas donde el aire está muy contaminado. En Europa, el 84 y 9 % de la población urbana está expuesta a niveles de $PM_{2.5}$ y NO_2 superiores a los marcados por la OMS (Khomenko *et al.*, 2021), respectivamente. Pero ni tan siquiera estos valores orientativos protegen la salud por completo, ya que, según datos recientes, no existe ningún nivel de contaminación del aire que no entrañe riesgos.

Los contaminantes del aire que más preocupan en las ciudades son la $PM_{2.5}$ y el NO_2. Las principales fuentes de $PM_{2.5}$ en las ciudades incluyen el tráfico, la quema local de combustibles para la calefacción doméstica, la combustión industrial y la quema de madera y carbón. La principal fuente de NO_2 son las emisiones de los

automóviles, sobre todo de los motores de gasoil (cuanto más viejos, más contaminan). Los niveles de NO_2 son generalmente más altos en las ciudades por su mayor volumen de tráfico y suelen estar relacionados con cómo están diseñadas.

Los niveles de contaminación del aire en Europa se han ido reduciendo en los últimos veinte años, pero no con la rapidez necesaria (EEA, 2020). Los niveles de contaminación del aire actuales siguen causando enfermedades y muertes.

Hay claros indicios de que la contaminación del aire puede provocar partos prematuros y reducir el peso al nacer, causar asma infantil y disminuir la función pulmonar. También afecta al sistema inmunitario. Hay nuevos indicios de que tiene un efecto perjudicial sobre el desarrollo cognitivo infantil y de que puede contribuir al sobrepeso y a la obesidad.

Ruido

Las ciudades tienden a ser bastante ruidosas y hay datos que indican que el ruido afecta al desarrollo cognitivo infantil. También puede reducir el peso al nacer y contribuir al sobrepeso y a la obesidad, pero los datos son menos claros en este terreno.

Las ciudades más verdes con una cantidad suficiente de parques accesibles y árboles en las calles pueden contribuir positivamente a la salud de sus habitantes.

Zonas verdes

Muchas ciudades carecen de zonas verdes. Las ciudades más verdes con una cantidad suficiente de parques accesibles y árboles en las calles pueden contribuir positivamente a la salud de sus habitantes. Reducen la contaminación del aire, el ruido y el efecto isla de calor. Más zonas verdes se traduce en un aumento del peso al nacer y una mejora del funcionamiento cognitivo y la salud mental de los niños. Hay datos que indican que reduce el sobrepeso y la obesidad. La relación entre las zonas verdes y las enfermedades respiratorias es dispar, ya que algunos estudios indican que son beneficiosas, mientras que otros muestran que son perjudiciales. Al parecer, depende del tipo de vegetación presente.

Temperatura

En el centro de las ciudades tiende a hacer más calor (4 -5 ºC más en algunos casos) que, en las zonas circundantes, lo que se denomina efecto isla de calor. Esto se debe a las zonas edificadas y carreteras y a la falta de zonas verdes. Hay nuevos datos que indican que las temperaturas altas pueden conducir a partos prematuros, reducen el peso al nacer y pueden afectar a la salud respiratoria de los niños.

Tabla 2. Los datos sobre el exposoma urbano y salud infantil. Fuente: elaboración propia.

	Desarrollo fetal	Desarrollo neuronal / conducta	Salud respiratoria e inmunitaria	Desarrollo infantil y obesidad
Contaminación del aire exterior ($PM_{2.5}$ y No_2)	+++	++	+++	+
Ruido (tráfico)	+	+	0	+
Zonas verdes	+	+	+	+
Temperatura (calor extremo)	+	0	+	0

+++ = Datos muy indicativos de una asociación basada en resultados congruentes de múltiples estudios y metaanálisis.

++ = Datos moderadamente indicativos de una asociación basada en múltiples estudios, pero con algunas incongruencias.

+ = Datos insuficientes / incongruentes. Indicios de una asociación basada únicamente en unos pocos estudios o con incongruencias importantes.

0 = Ningún dato o muy pocos estudios.

Como todos los niños de una ciudad van a la escuela, si intervenimos en las escuelas, brindamos a todos ellos la posibilidad de recibir sus beneficios.

Entornos escolares y transporte escolar seguros y saludables: beneficios para la salud infantil

Dado que los niños pasan una proporción considerable del día en las aulas y patios escolares, los entornos escolares figuran entre los espacios urbanos más cruciales para garantizar su salud, bienestar y aprendizaje efectivo (Silvers *et al.*, 1994; Dorizas *et al.*, 2013) y gestionar sus conductas, entre otras habilidades. Garantizar la calidad del aire en el entorno escolar es importante para beneficio de los niños y la salud pública.

Verde y azul en el entorno escolar

Los espacios públicos como los entornos escolares son una oportunidad para recuperar la conexión con la naturaleza llevando a cabo intervenciones verdes (vegetación) y azules (agua) para favorecer la salud de manera equitativa, abarcando distintos niveles socioeconómicos en los barrios y mitigando los efectos de la «gentrificación verde». Como todos los niños de una ciudad van a la escuela, si intervenimos en las escuelas, brindamos a todos ellos la posibilidad de recibir sus beneficios.

Aprovechar los patios y edificios de las escuelas públicas, también con pocas zonas verdes, como esfera de actuación para plantar más árboles, crear muros verdes que generen sombras y aumentar la presencia del agua (fuentes, zonas de juego con agua) es una buena estrategia para combatir el calor, los efectos del cambio climático y la contaminación del aire de manera equitativa. Estas adaptaciones influirán positivamente tanto en la cohesión social como en la salud y bienestar físico y mental de los niños y del resto de ciudadanos que hacen posible el acceso a estas zonas.

La capacidad de las zonas verdes para disminuir la temperatura está sobradamente demostrada. La generación de sombras, la evapotranspiración (emisión de vapor de agua a la atmósfera) y la microrregulación del movimiento de las masas de aire y del intercambio de calor figuran entre los mecanismos mediante los cuales la vegetación podría regular la temperatura (Bowler *et al.*, 2010).

La vegetación puede contribuir a un entorno escolar reparador que respalde el funcionamiento cognitivo y afectivo infantil. Para sacar partido del aire libre, las escuelas tienen que dar a los niños acceso al medio natural y a profesores que los ayuden a desarrollar una relación con la naturaleza. Diversos estudios han demostrado que el verde urbano es beneficioso para la salud mental y cardiovascular, así como para el desarrollo neurológico de los niños. Aun así, todavía se necesitan estudios científicos para evaluar los efectos sobre la salud de las intervenciones con vegetación y sobre todo con agua y las adaptaciones de edificios situados en espacios públicos como las escuelas.

La mayoría de estudios con niños se han centrado en los beneficios que aporta la cantidad de elementos verdes en el entorno exterior de la escuela (Chawla *et al.*, 2015) en lo que respecta a aumentar los niveles de actividad física, el juego imaginativo y el desarrollo de relaciones positivas, como lugar de aprendizaje, restitución de la atención, mejora general de la salud (Shanahan *et al.*, 2019), mejor rendimiento, bienestar psicológico y reducción del estrés (Wu *et al.*, 2014; Kelz *et al.*, 2017). Los datos científicos demuestran que el contacto con entornos naturales estimula la creatividad e influye en el desarrollo cognitivo infantil (Dadvand *et al.*, 2015; Bowler *et al.*, 2010). De hecho, solo ver vegetación desde el interior del aula aporta beneficios en el plano cognitivo y en la recuperación del estrés y la fatiga mental (Li *et al.*, 2016).

Transformar las zonas de juego en pequeños espacios naturales de biodiversidad también mejora considerablemente el sistema inmunitario infantil en muy poco tiempo, ya que los niños de un estudio reciente (realizado en Finlandia) habían desarrollado mayor diversidad de microbios protectores (microbiota) en la piel y el intestino que aquellos cuyos espacios de juego no estaban naturalizados (Roslund *et al.*, 2020). Además, la vegetación en los patios y los entornos escolares en general puede aportar beneficios tan importantes como la reducción de la contaminación acústica y la temperatura, el ahorro energético, la mejora de la biodiversidad y un valor estético (Abhijith *et al.*, 2017).

En lo que respecta a los espacios azules, aunque los datos científicos sobre su relación con los posibles beneficios para la salud aún son limitados e inconcluyentes (Gascon *et al.*, 2015, Triguero-Mas *et al.*, 2015), algunos estudios demuestran que son beneficiosos para la salud general y mental, la sensación de recuperación (Alcock *et al.*, 2015; Wheeler *et al.*, 2012; White *et al.*, 2013), el bienestar y el estado de ánimo (Vert *et al.*, 2020). Pasar tiempo cerca del agua favorece la actividad física reduciendo la incidencia de diabetes y otras enfermedades asociadas con la obesidad (Pearson *et al.*, 2017).

Ante el vertiginoso aumento de las temperaturas debido al cambio climático, las ciudades han puesto en marcha distintas estrategias con estructuras de agua para refrescar los espacios urbanos: lagos artificiales, más fuentes de agua potable, fuentes en los baños que rocíen agua y zonas de entretenimiento o juego acuático sin profundidad (*splashpads*). Se ha demostrado que estas últimas contribuyen a generar un cambio en los hábitos de juego de los niños y la comunidad, al crear un entorno nuevo, inclusivo, estimulante y seguro al alcance de todos en el que refrescarse durante las épocas más calurosas. Las fuentes y otros diseños acuáticos son una estrategia eficaz para generar microclimas en zonas de un tamaño relativamente menor como los patios escolares para hacer frente a las olas de calor cada vez más frecuentes.

Desplazamientos a la escuela

El modelo de planificación urbana y transporte, centrado en la construcción en altura y en ceder espacio público al vehículo privado motorizado, ha limitado la autonomía de los desplazamientos de los niños a la escuela. Los efectos generados en el entorno más habitual para ellos, el escolar, necesitan visibilizarse y están relacionados con cómo el uso del espacio público y la calidad del aire afectan a su salud y desarrollo físico y cerebral, así como a la maduración de habilidades psicológicas y de aprendizaje básicas.

El medio de transporte utilizado depende en parte de la distancia a la escuela, pero también de otros factores como la seguridad (percibida) y el medio de transporte y tiempo de que disponen los padres. Por desgracia, esto ha provocado que muchos niños sean llevados a la escuela en coche. Esto no solo se traduce en una falta de actividad física, que los niños podrían realizar si fueran a la escuela en transporte activo o público, sino en niveles más elevados de contaminación del aire y ruido alrededor de las escuelas, todo lo cual es perjudicial para la salud infantil.

Por un lado, el aumento de los desplazamientos a la escuela en vehículo privado conlleva una falta de actividad física y una mayor prevalencia de la obesidad y el sobrepeso. La obesidad infantil está relacionada con otros síntomas y enfermedades crónicas como el asma, la diabetes tipo 2, apneas del sueño o problemas cardiovasculares u óseos, y aumenta el riesgo de padecer baja autoestima, depresión y aislamiento social. El desplazamiento activo a las escuelas y la actividad física en el barrio de residencia deberían incluirse en el ejercicio diario mínimo necesario para reducir el sedentarismo que está directamente asociado con el sobrepeso infantil. Por otro lado, aparte de suponer que menos niños van andando, desplazarse a la escuela en transporte privado genera más tráfico, más atascos en la entrada de las escuelas al dejar y recoger a los niños, y un entorno escolar menos seguro, con más ruido y peor calidad del aire.

Muchas ciudades están proyectando y poniendo en marcha iniciativas para mejorar la seguridad y la calidad del aire de los entornos escolares como, por ejemplo, *School Streets* en Londres (SSUK, 2020) y *Protegemos las escuelas* en Barcelona (PEB, 2020). En la década de 2020 asistiremos a un desplazamiento a la escuela más activo y las zonas que rodean los centros escolares se protegerán, lo que se traducirá en niños más sanos e inteligentes. Uno de los desafíos será integrar sus perspectivas y sugerencias a fin de desarrollar mejores instrumentos para diseñar ciudades más intuitivas y amables (Ergler, 2021).

Cambios necesarios en la planificación del suelo y el transporte urbanos

Muchas ciudades ya han adoptado medidas para mejorar la calidad ambiental y reducir sus efectos sobre la salud. Muchas han intentado que haya menos tráfico de coches y más volumen de transporte público y activo, así como aumentar las zonas verdes plantando, por ejemplo, árboles. La pandemia de COVID-19 ha acelerado esta tendencia en cierta medida.

Durante la pandemia de COVD-19, las ciudades han empezado a expulsar a los coches incluso más, han dedicado más espacio al transporte activo y han aumentado sus carriles bici e índice de ciclistas (Weis, 2020; Vandy, 2020). Durante los confinamientos, en torno al 90 % de los conductores de coches no echaron nada de menos sus desplazamientos al trabajo o algunos aspectos de ellos, mientras que en torno al 90 % de los ciclistas echaron mucho de menos estos desplazamientos o algunos aspectos de ellos (Rubin *et al.*, 2020). Y los niveles de contaminación del aire y ruido se redujeron considerablemente (Copernicus, 2020). Esto último demuestra que los cambios son posibles.

En el siglo XX, las ciudades parecían estar diseñadas para los coches, pero, en el siglo XXI, deberíamos proponernos crear ciudades para las personas, incluidos los niños.

Es hora de replantearnos nuestros modelos urbanos. En el siglo XX, las ciudades parecían estar diseñadas para los coches, pero, en el siglo XXI, deberíamos proponernos crear ciudades para las personas, incluidos los niños. Nuestras ciudades deberían ser inteligentes, sostenibles, habitables, equitativas y saludables, aplicar soluciones basadas en la naturaleza, tener una economía circular y promover la movilidad activa y las zonas verdes. Y estar adaptadas a los niños. ¿Pero cómo?

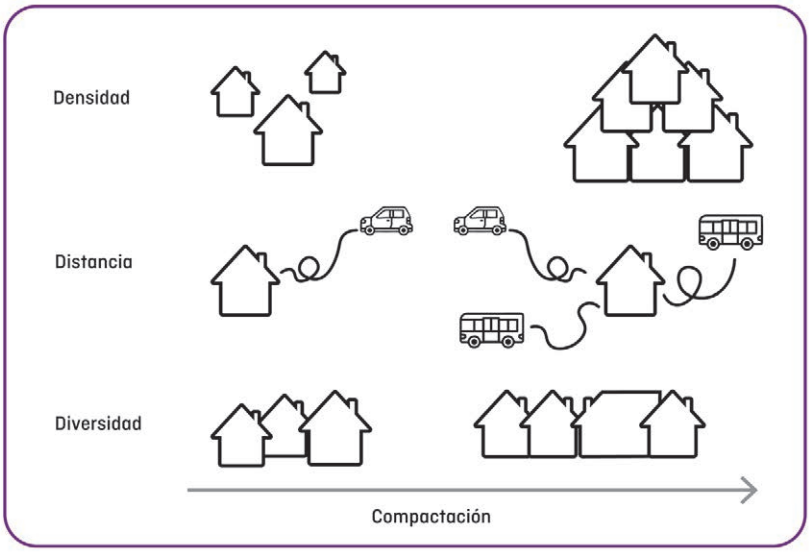
Nuevos modelos urbanos

En diversas ciudades, se están implantando conceptos urbanos nuevos que abordan en cierta medida estos problemas, entre ellos, la ciudad compacta, las supermanzanas, la ciudad de los quince minutos, la ciudad sin coches o una combinación de ellas. ¿Cuáles son algunos de los posibles efectos?

La ciudad compacta

Las ciudades compactas son aquellas con mayor densidad de población, desplazamientos más cortos y mayor diversidad. Comparadas con las ciudades dispersas, tienen menos emisiones de CO_2 y son más saludables porque permiten un mayor uso mixto del suelo y desplazamientos más cortos y saludables. Hacer las ciudades un 30 % más compactas podría evitar anualmente en torno a cuatrocientos - ochocientos años de vida ajustados por discapacidad por cada 100.000 personas, dependiendo del tipo de ciudad (Stevenson *et al.*, 2016, Wikipedia, 2020).

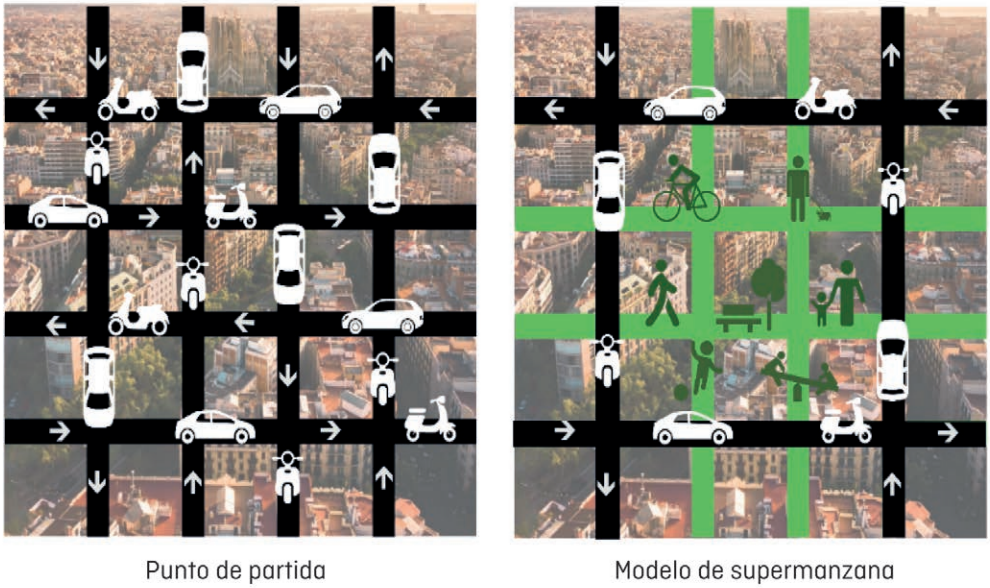
Figura 20. Ilustración de los términos densidad, distancia y diversidad aplicados en el modelo de ciudades compactas. Fuente: modificado de Stevenson *et al* 2016.



Supermanzanas

En Barcelona hay proyectadas más de quinientas supermanzanas, cuyo objetivo es reducir el tráfico motorizado en algunas calles de una manzana y dejar espacio para los peatones, el transporte activo y las zonas verdes. Disminuirán los niveles de contaminación del aire y ruido, así como el efecto isla de calor, y aumentarán las zonas verdes y la actividad física, lo que podría evitar casi setecientas muertes prematuras al año en Barcelona (Mueller *et al.*, 2020). Los mismos principios son válidos para los barrios con poco tráfico (LLS, 2020).

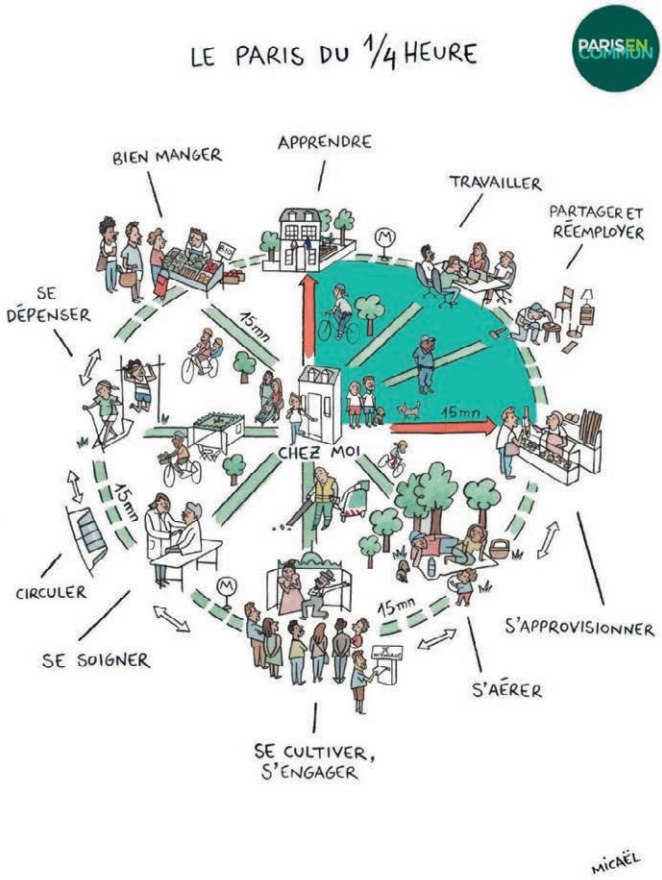
Figura 21. Supermanzana, Barcelona. Fuente: *New urban models for more sustainable, liveable and healthier cities post covid19; reducing air pollution, noise and heat island effects and increasing green space and physical activity*. Nieuwenhuijsen MJ. Environ Int. 2021.



La ciudad de los quince minutos

París está implantando *La ciudad de los quince minutos*, donde no habrá que desplazarse más de quince minutos a pie para acceder al trabajo, la escuela, el ocio y otras actividades (Moreno, 2019; Sisson, 2020). La ciudad de los quince minutos requerirá un replanteamiento bastante radical de nuestras ciudades y mezclar grupos de población distintos en vez de la distribución actual por estatus socioeconómico y, por tanto, tiene más probabilidades de reducir las desigualdades. También disminuirá la necesidad de desplazarse a grandes distancias y, con ello, las emisiones de CO_2 y los niveles de contaminación del aire y ruido.

Figura 22. *Ciudad de los quince minutos, París. Fuente: New urban models for more sustainable, liveable and healthier cities post covid19; reducing air pollution, noise and heat island effects and increasing green space and physical activity.* Nieuwenhuijsen MJ. Environ Int. 2021.



La ciudad sin coches

Hamburgo se ha propuesto no tener coches circulando en 2034, en parte para abordar la crisis climática. Las ciudades sin coches reducen el tráfico motorizado privado innecesario y facilitan el acceso al transporte activo y público. Disminuyen los niveles de contaminación del aire y ruido, aumentan la actividad física y crean espacio para zonas verdes (Nieuwenhuijsen y Khreis, 2016). Un buen ejemplo es Vauban en Friburgo, Alemania, que es un barrio sin coches y con viviendas sostenibles.

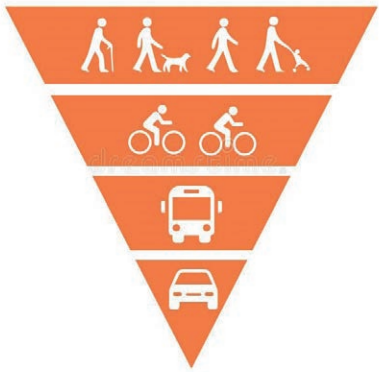
Vauban, Friburgo, Alemania.

Aunque, hasta la fecha, la mayoría de las evaluaciones de estos modelos urbanos se han centrado en la población adulta, pueden esperarse beneficios similares o incluso mayores en el caso de los niños.

Principios comunes

Lo que estos nuevos modelos urbanos tienen en común es que invierten la pirámide de la planificación del transporte, donde la prioridad que se daba al coche pasa a otorgarse al transporte público, ir a pie y desplazarse en bicicleta.

Figura 23. Pirámide de una óptima planificación del transporte. Fuente: elaboración propia.



Aumentar la red de carriles bici y, con ello, el índice de ciclistas es una manera de reducir el tráfico motorizado y las emisiones de CO_2 y de aumentar la movilidad activa y, por tanto, la seguridad, la actividad física y la salud de los niños. Esto les brindará la posibilidad de incorporar el ejercicio a su vida diaria, por ejemplo, en sus desplazamientos diarios a la escuela. Se ha avanzado mucho en la creación de carriles bici, pero estos solo cumplen su función si son seguros y forman parte de una red..

Ciudad ideal para el ciclismo, Utrecht.

También tienen en común, hasta cierto punto, el acceso a zonas verdes, lo que es importante, por ejemplo, para la salud mental y el funcionamiento cognitivo de los niños (Gascon *et al.*, 2015; Mygind *et al.*, 2021). No solo hacen falta nuevos proyectos urbanos como parques, sino también más verde en las calles. Tenemos que levantar el asfalto y plantar más árboles, lo que reducirá el efecto isla de calor y contribuirá a la captura de CO_2 y a una salud mejor (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2017a).

Seúl, antes y después.

Enfoques sistémicos y holísticos: políticas e inversiones

Uno de los grandes desafíos a los que se enfrentan muchas ciudades es una legislación obsoleta.

Las ciudades son sistemas complejos y, para hacer frente a sus desafíos, necesitamos enfoques sistémicos y holísticos que tengan en cuenta muchos factores y bucles de retroalimentación distintos y aborden de manera simultánea la sostenibilidad (es decir, la crisis climática), la habitabilidad, la salud y la igualdad. Con demasiada frecuencia encontramos sectores en las ciudades que no colaboran entre sí, lo que impide poner en marcha estos enfoques que abordan múltiples problemas. Necesitamos enfoques en los que participe una pluralidad de actores y disciplinas, incluidos los que se ocupan de los niños como el sector educativo (Nieuwenhuijsen, 2020).

Uno de los grandes desafíos a los que se enfrentan muchas ciudades es una legislación obsoleta, por ejemplo, leyes de urbanismo que impiden el uso mixto del suelo, lo que es esencial para la movilidad activa y beneficioso para la salud (Nieuwenhuijsen, 2018). Cualquier nueva ley, también en el caso de nuevos proyectos de urbanismo, debería tener en cuenta los aspectos de la planificación urbanística que mejoran la salud, lo que a menudo no ocurre (Mueller *et al.*, 2020). Además, habría que utilizar las evaluaciones de los efectos sobre la salud para valorar cuáles son los escenarios urbanísticos más saludables (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2017b).

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud publicó un manifiesto a favor de una recuperación saludable de la COVID-19, lo que incluye construir ciudades saludables y habitables (OMS, 2020). Estas ideas necesitan respaldo e inversiones. El Pacto Verde Europeo puede ser una oportunidad. Es una completa hoja de ruta que aspira a aumentar la sostenibilidad y la eficiencia de la UE en el uso de los recursos y una gran oportunidad para que las ciudades alcancen la neutralidad en emisiones de carbono y sean más habitables y saludables gracias a una mejor planificación del suelo y el transporte urbanos (Comisión Europea, 2020).

Aprovechemos esta oportunidad para hacer de nuestras ciudades un lugar mejor para nuestros hijos.

En conclusión

Hoy en día, la mayoría de las personas y niños viven en ciudades, pero, en muchas de ellas, una planificación del suelo y el transporte urbanos que dista mucho de ser óptima conlleva la contaminación de aire, ruido, el efecto isla de calor y la falta de zonas verdes, todo lo cual es perjudicial para la salud. Mejoras en la planificación y transporte urbanos como el paso del tráfico motorizado privado al transporte público y activo o el reverdecimiento de las ciudades redundarán en una mejor calidad medioambiental urbana para los niños y mejorarán, por tanto, su salud, bienestar e interacciones sociales.

Mejoras en la planificación y transporte urbanos de las ciudades redundarán en una mejor calidad medioambiental urbana para los niños y mejorarán, por tanto, su salud y bienestar.

Bibliografía

1. Abhijith, K. V., Kumar, P., Gallagher, J., McNabola, A., Baldauf, R., Pilla, F., Broderick, B., di Sabatino, S. y Pulvirenti, B. (2017). Air pollution abatement performances of Green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. *Atmospheric Environment*, *162*, 71-86.

2. Ajuntament de Barcelona (s.f.) *Protegemos las escuelas.* https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/que-hacemos-y-porque/urbanismopara-los-barrios/protegemos-escuelas.

3. Alcock, I., White, M. P., Lovell, R., Higgins, S. L., Osborne, N. J., Husk, K. y Wheeler, B. W. (2015). What accounts for «England's green and pleasant land»? A panel data analysis of mental health and land cover types in rural England. *Landscape and Urban Planning, 142*, 38-46.

4. Audrey S. y Batista-Ferrer, H. (2015). Healthy urban environments for children and Young people: A systematic review of intervention studies. *Health Place, noviembre, 36*, 97-117.

5. Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. y Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning, 97*, 147-155.

6. Casale, M. (2020, 18 Mayo). Working From Home During the Pandemic Has Environmental Benefits – But We Can Do Even Better. *The Revelator.* https://therevelator.org/telework-environmental-benefits/.

7. Chawla, L. (2015). Benefits of nature contact for children. *Journal of Planning Literature, 30*(4), 433-452.

8. Comisión Europea (2019). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. El Pacto Verde Europeo.* Bruselas (11 de diciembre). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN (última consulta, 27 de julio de 2020).

9. Compact city (2022 julio). En *Wikipedia.* https://en.wikipedia.org/wiki/Compact_city

10. Copernicus European Eyes on Earth (2020, 9 september). European cities race to clean the air. *Euronews green.* https://www.euronews.com/green/2020/08/31/european-cities-race-to-clean-the-air

11. Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forns, J., Basagaña, X., Álvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., de Castro Pascual, M., Su, J., Jerrett, M., Querol, X. y Sunyer, J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(26), 7937-7942.

12. Dorizas, P. V., Kapsanaki-Gotsi, E., Assimakopoulos, M. N. y Santamouris, M. (2013). Correlation of particulate matter with airborne fungi in schools in Greece. *International journal of ventilation, 12*(1), 1-16.

13. Ergler, C. (2021, 3 enero). Young children are intuitive urban planners – we would all benefit from living in their «care-full» cities. *The conversation.* https://theconversation.com/young-children-are-intuitiveurban-planners-we-would-all-benefit-from-living-in-their-care-full-cities-151365

14. Foraster, M., Casas, M., Vrijheid, M. y Sunyer J. Early life environmental exposures and children's health [capítulo de libro].

15. Gascon, M., Triguero-Mas, M., Martínez D., Dadvand, P., Forns, J., Plasència, A. y Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 12,* 4354-4379.

16. Gascon, M., Vrijheid, M. y Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). The Built Environment and Child Health: An Overview of Current Evidence. *Current Environmental Health Reports, 3(*3), 250-257.

17. Kelz, C., Evans, G. W. y Röderer, K. (2015). The restorative effects of redesigning the schoolyard: A multi-methodological, quasi-experimental study in rural Austrian middle schools. *Environment & Behavior, 47*, 119-139.

18. Khreis, H., Cirach, M., Mueller, N., de Hoogh, K., Hoek, G., Nieuwenhuijsen, M. J., & Rojas-Rueda, D. (2019). Outdoor air pollution and the burden of childhood asthma across Europe. *The European respiratory journal*, *54*(4), 1802194. https://doi.org/10.1183/13993003.02194-2018

19. Kondo, M. C., Mueller, N., Locke, D. H., Roman, L. A., Rojas-Rueda, D., Schinasi, L. H., Gascon, M., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Health impact assessment of Philadelphia's 2025 tree canopy cover goals. *The Lancet. Planetary health*, *4*(4), e149–e157. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30058-9

20. Lawlor, E. (2018). The pedestrian pound. The business case for better streets and places. *Living streets.* https://www.livingstreets.org.uk/media/3890/pedestrian-pound-2018.pdf

21. Li, D. & Sullivan, W. C. (2016). Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. *Landscape and Urban Planning, 148*, 149-158.

22. London Living Streets Group (2020). Low-traffic neighbourhoods. *Living Streets Group London.* https://londonlivingstreets.com/low-traffic-liveable-neighbourhoods/.

23. Moreno, C. (2019, 19 december). The 15 minutes-city: for a new chrono-urbanism!. *Carlos Moreno.* http://www.morenoweb.net/the-15-minutes-city-for-a-new-chrono-urbanism-pr-carlos-moreno/.

24. Mueller, N., Daher, C., Rojas-Rueda, D., Delgado, L., Vicioso, H., Gascon, M., Marquet, O., Vert, C., Martin, I., & Nieuwenhuijsen, M. (2021). Integrating health indicators into urban and transport planning: A narrative literature review and participatory process. *International journal of hygiene and environmental health*, *235*, 113772. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113772

25. Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Basagaña, X., Cirach, M., Cole-Hunter, T., Dadvand, P., Donaire-González, D., Foraster, M., Gascon, M., Martínez, D., Tonne, C., Triguero-Mas, M., Valentín, A. y Nieuwenhuijsen, M. J. (2017). Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities. *Environmental Health Perspectives,125*(1), 89-96.

26. Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Khreis, H., Cirach, M., Andrés, D., Ballester, J., Bartoll, X., Daher, C., Deluca, A., Echave, C., Milà, C., Márquez, S., Palou, J., Pérez, K., Tonne, C., Stevenson, M., Rueda, S. y Nieuwenhuijsen, M. (2020). Changing the urban design of cities for health: The superblock model. *Environment International, 134*, DOI: 10.1016/j.envint.2019.105132.

27. Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Salmon, M., Martínez, D., Ambros, A., Brand, C., de Nazelle, A., Dons, E., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Götschi, T., Iacorossi, F., Panis, L. I., Kahlmeier, S., Raser, E., Nieuwenhuijsen, M. J., PASTA consortium (2018). Health impact assessment of cycling network expansions in European cities. *Preventive Medicine*, *76,* 103-114. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.04.010

28. Mygind, L., Kurtzhals, M., Nowell, C., Melby, P. S., Stevenson, M. P., Nieuwenhuijsen, M., Lum, J. A. G., Flensborg-Madsen, T., Bentsen, P. y Enticott, P. G. (2021). Landscapes of becoming social: A systematic review of evidence for associations and pathways between interactions with nature and socioemotional development in children. *Environment International*,146, DOI: 10.1016/j.envint.2020.106238.

29. Nieuwenhuijsen, M. J. (2018). Influence of urban and transport planning and the city environment on cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology, 15*(7), 432-438.

30. Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities; A review of the current evidence. *Environment International*, *140*, 105661. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105661

31. Nieuwenhuijsen, M. J. y Khreis, H. (2016). Car free cities: Pathway to healthy urban living. *Environment international, 94,* 251-262.

32. Nieuwenhuijsen, M. J. y Khreis, H. (2018). *Integrating health into urban and transport planning.* Springer.

33. Nieuwenhuijsen, M. J., Khreis, H., Triguero-Mas, M., Gascon, M. y Dadvand, P. (2017a). Fifty Shades of Green: Pathway to Healthy Urban Living. *Epidemiology, 28*, 63-71.

34. Nieuwenhuijsen, M. J., Khreis, H., Verlinghieri, E., Mueller, N., & Rojas-Rueda, D. (2017). Participatory quantitative health impact assessment of urban and transport planning in cities: A review and research needs. *Environment international*, *103*, 61–72. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.03.022

35. Organización Mundial de la Salud (2020). WHO Manifesto for a healthy recovery from COVID-19. *Organizción Mundial de la Salud.* https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-manifesto-for-a-healthy-recovery-from-covid-19.

36. Pearson, A. L., Bottomley, R., Chambers, T., Thornton, L., Stanley, J., Smith, M., Barr, M. y Signal, L. (2017). Measuring Blue Space Visibility and «Blue Recreation» in the Everyday Lives of Children in a Capital City. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 14*(6): 563.

37. Pierangeli, I., Nieuwenhuijsen, M. J., Cirach, M., Rojas-Rueda, D. (2020). Health equity and burden of childhood asthma-related to air pollution in Barcelona. *Environmental Research,186:*109067.

38. Roslund, M. I., Puhakka, R., Grönroos, M., Nurminen, N., Oikarinen, S., Gazali, A. M., ... Soininen, L. (2020). Biodiversity intervention enhances immune regulation and healthassociated commensal microbiota among daycare children. *Science Advances, 6*(42), eaba2578.

39. Rubin, O., Nikolaeva, A., Nello-Deakin, S. y te Brömmelstroet, M., (2020). What can we learn from the COVID-19 pandemic about how people experience working from home and commuting?. *Centro de Estudios Urbanos, Universidad de Ámsterdam*. https://urbanstudies.uva.nl/content/blog-series/covid-19- pandemic-working-from-homeand-commuting.html.

40. Shanahan, D. F., Astell–Burt, T., Barber, E. A., Brymer, E., Cox, D. T., Dean, J., ... Jones, A. (2019). Nature-Based Interventions for Improving Health and Wellbeing: The Purpose, the People and the Outcomes. *Sports, 7(*6), 141.

41. Silvers A., Florence B. T., Rourke D. L. y Lorimor R. J. (1994). How children spend their time: a sample survey for use in exposure and risk assessments. *Risk Analysis, 14*(6), 931-44.

42. Sisson, P. (2020). How the «15-minute City" Could Help Post-Pandemic Recovery. *Bloomberg, Europe editon.* https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-07-15/mayors-tout-the-15-minutecity-as-covid-recovery?cmpid=BBD071620_CITYLAB&utm_medium=email&utm_source=newsletter&utm_term=200716&utm_campaign=citylabdaily.

43. SSUK (2020). School Streets Initiative. http://schoolstreets.org.uk/.

44. Stevenson, M., Thompson, J., de Sá, T. H., Ewing, R., Mohan, D., McClure, R., ... Wallace, M. (2016). Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities. *The Lancet, 388*(10062), 2925-2935.

45. Triguero-Mas, M., Dadvand, P., Cirach, M., Martínez, D., Medina, A., Mompart, A., et al. (2015). Natural outdoor environments and mental and physical health: relationships and mechanisms. *Environment International, 77*, 35-41.

46. Vandy, K. (2020, 2 october). Coronavirus: How pandemic sparked European cycling revolution. *BBC news*. https://www.bbc.com/news/world-europe-54353914

47. Vert, C., Nieuwenhuijsen, M. J., Gascon, M., Grellier, J., Fleming, L. E., White, M. P. y Rueda, D. R. (2019). Health benefits of physical activity related to an urban Riverside regeneration. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*, 462.

48. Vrijheid, M., Casas, M., Gascon, M., Valvi, D., Nieuwenhuijsen, M. (2016). Environmental pollutants and child health – A review of recent concerns. *International Journal of Hygiene and Environmental Health, 219*(4-5), 331-342.

49. Weis. R. (2020). Bicycles Are Pushing Aside Cars on Europe's City Streets. *Bloomberg*. https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-07-04/bicycles-are-pushing-aside-carson-europe-s-city-streets?cmpid=BBD070620_CITYLAB&utm_medium=email&utm_source=newsletter&utm_term=200706&utm_campaign=citylabdaily

50. Wheeler, B. W., White, M., Stahl-Timmins, W. y Depledge, M. H. (2012). Does living by the coast improve health and wellbeing. *Health Place, 18*,1198-1201.

51. White, M., Alcock, I., Wheeler, B. W., y Depledge M. H. (2013). Coastal proximity, health and well-being: Results from a longitudinal panel survey. *Health Place 23*, 97-103.

52. Wu, C. D., McNeely, E., Cedeno-Laurent, J., Pan, W. C., Adamkiewicz, G., Dominici, F., Spengler, J. D. (2014). Linking student performance in Massachusetts elementary schools with the «greenness» of school surroundings using remote sensing. *PLOS ONE, 9*(10), e108548.

53. Zhao, Q., Kress, S., Markevych, I., Berdel, D., von Berg, A., Gappa, M., Heinrich, J. (2020). Air pollution during infancy and lung function development into adolescence: The GINIplus/LISA birth cohorts study. *Environment International, 146*, 106195.

13. Contacto con la naturaleza y salud de la infancia y adolescencia

Juan Antonio Ortega-García

Pediatra Medioambiental y coordinador del Comité de Salud Medioambiental de la Asociación Española de Pediatría.

Estefanía Aguilar-Ros

Pediatra Medioambiental, Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica (PEHSU-Murcia). Environment and Human Health Lab. Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca Murcia.

Francisco Díaz

Ambientólogo e investigador en el Proyecto Ecosistemas Saludables, Neurodesarrollo Saludable. Plan Nacional de Drogas. Región de Murcia.

Ferran Campillo

Pediatra. Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica. Hospital de Olot. Girona.

Rebecca Ramis

Investigadora en epidemiología ambiental y del cáncer. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

Es un hecho: una rápida desconexión

Durante la mayor parte evolutiva del *Homo sapiens*, la humanidad ha estado incrustada en el medio natural. La conexión humana con la naturaleza se manifesta desde el momento en que nacemos. Las mujeres y hombres que pudieron navegar los mares, que pudieron oler la lluvia, encontrar las plantas, perseguir a los animales, reconocer e interpretar los cielos seguros y las nubes, sin ninguna duda debieron haber disfrutado de algunas ventajas en la calidad de vida.

Los avances tecnológicos e industriales de las últimas décadas han logrado una indiscutible mejora mundial de los indicadores de salud, la disminución de la mortalidad infantil y el control de numerosas enfermedades. Todo ello se traduce en

La infancia y la adolescencia de hoy disponen de menos tiempo para jugar al aire libre que sus padres y madres cuando eran menores de edad.

incrementos progresivos del bienestar y la esperanza de vida. Estos beneficios han venido acompañados de unos 'efectos colaterales' como la pérdida de biodiversidad, deterioro y contaminación de los ecosistemas, que han provocado además un incremento de las enfermedades crónicas y medioambientales. Como especie nos hemos ido desconectando poco a poco del mundo que nos sustenta.

La infancia y la adolescencia de hoy disponen de menos tiempo para jugar al aire libre que sus padres y madres cuando eran menores de edad. Sobrecargados por las tareas en la escuela y las actividades extraescolares, se desplazan en automóvil, reparten su tiempo libre entre las consolas y los centros comerciales. Los niños y niñas españoles de cuatro a doce años pasan casi mil horas anuales de media frente al televisor, el ordenador o los juegos electrónicos. Hasta finales de los ochenta, jugar significaba "jugar fuera". Hoy en día, el significado ha cambiado mucho, tendemos a imaginar a un joven solo, sentado en la habitación, frente a una pantalla. Los niños y adolescentes pasan más de veinte horas al día en espacios cerrados.

En 2021, los jóvenes pueden tener 4.000 o más seguidores en Instagram, pero con frecuencia ninguno para jugar en el parque o en el campo de futbol. La falta de contacto directo con personas, animales, plantas y paisajes se sustituye por una oferta creciente de realidad virtual, por un mercado que intenta simular a la naturaleza. La naturaleza se ha convertido en un bien de consumo, una atracción turística, parece algo más abstracto que real. La sencillez del mundo natural, que se nos presenta humilde y gratuitamente, resulta pobre para nuestra sociedad de la opulencia.

Los niños y adolescentes pasan más de veinte horas al día en espacios cerrados y presentan un déficit de contacto con la naturaleza.

En 2015, el 74 % de la población de la Unión Europea (UE) y el 80% de la de América Latina y el Caribe vivían en ciudades, y el 20 – 21 % en suburbios, con mayor pobreza, violencia y menor cantidad de espacios verdes. La mayoría de los jóvenes actuales, apenas ha tenido experiencias en el campo; nunca han construido cabañas, ni han fabricado colonias con pétalos de rosas... Los jóvenes pasan cada vez más tiempo en espacios cerrados y con déficit de contacto con la naturaleza. Datos de familias de niños con enfermedades crónicas de España: solo de uno a dos de cada cuatro niños/as juega a diario al aire libre en contacto con la naturaleza. En la generación de sus padres y madres eran tres de cada cuatro. El 20 % de la infancia y adolescencia apenas sale alguna vez al mes a jugar al aire libre. El 85 % usa el ordenador a diario, solo el 10 % visita el parque urbano diariamente. Algunos de los riesgos y problemas de salud derivados de la falta de contacto con la naturaleza alcanzan cifras epidémicas en la infancia y adolescencia.

Somos naturaleza

Estar alejados de la naturaleza nos aleja además de nosotros mismos. Sin embargo, la naturaleza no está fuera de nosotros, somos participantes de pleno derecho de la naturaleza compartiendo obligaciones mutuas e interrelacionándonos con otras formas de vida.

La artificiosa separación de la humanidad del resto de seres vivos del planeta Tierra y sus componentes abióticos (un atardecer o amanecer, una vista montañosa…) ha dificultado la incorporación del contacto con la naturaleza como elemento sustancial para la salud de las personas y del planeta Tierra. Nos guste o no, la teoría social de la enfermedad se ha mantenido al margen y se ha resistido a incorporar la dimensión medioambiental o la deja en un reducto periférico troceado en un artificio de separación entre estilos de vida, condiciones de vida, riesgos ambientales, laborales… Esta resistencia no ha sido una historia pacífica. La desconsideración por el medioambiente ha hecho que la naturaleza sea considerada durante décadas como un almacén de recursos. El sacrificio de los ecosistemas y de la naturaleza en verdad ha sido justificado en pro del avance social. El modelo de salud actual centrado en la preponderancia de la humanidad sobre el resto de la naturaleza ha contribuido a mantener separadas las políticas de salud y de medioambiente.

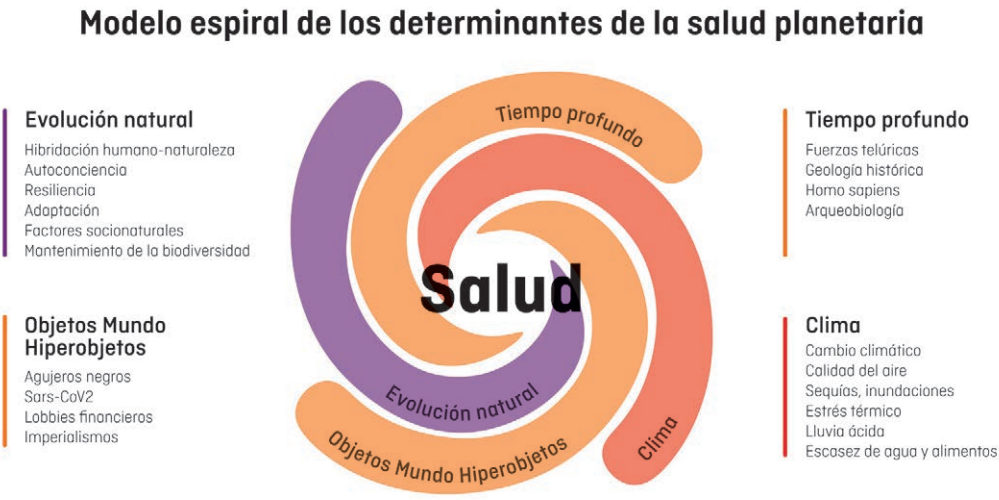
Somos víctimas de nuestro tiempo, y es ahora, con la profunda transformación que hemos realizado de la naturaleza por lo que nos paramos a pensar sobre la forma, sus límites y sus efectos sobre nuestra salud o bienestar. Tomamos conciencia de que este dominio del ser humano sobre el planeta es ilusorio. Ahora sabemos de nuestra capacidad para cambiar el clima, de nuestra responsabilidad para poner en marcha la sexta extinción de especies. Nos hemos convertido en actores transformadores a nivel planetario, y al mismo tiempo tomamos conciencia de nuestra insignificancia. Somos criaturas cuya salud depende de una multitud de fenómenos que muchos de ellos escapan a nuestro control. Por ejemplo, huracanes, inundaciones, terremotos y nuevos virus: agentes potencialmente mortales de los que no siempre podemos defendernos. El mundo está herido por la actividad humana. Y aunque no seamos muy conscientes sentimos una honda aflicción o pena por nuestra desconexión de la naturaleza. Esto lo notamos especialmente cuando estamos inmersos en entornos desbordados, contaminados y esquilmados de la naturaleza. Una sensación de 'despertar' nos recorre el cuerpo y la mente, y empezamos a anhelar ese mundo que habita dentro de cada uno de nosotros, difícil de definir pero que entendemos como 'más natural'.

Somos naturaleza, pero mantener el dualismo humanidad - naturaleza se sustenta en una especial responsabilidad como especie que tenemos frente al resto: nuestra esencia racional y percepción de autoconciencia.

Son muchos los ingredientes activos en la naturaleza que generan salud, muchos de ellos todavía por conocer y comprender.

Son muchos los ingredientes activos en la naturaleza que generan salud, muchos de ellos todavía por conocer y comprender. Establecer una relación de ternura con la naturaleza permitirá establecer una hibridación social y natural más recombinante y enriquecedora. Nuestra vida distraída y llena de ocupaciones y preocupaciones, nos mantiene insensibles, estresados y sumidos en la enfermedad del tiempo (esa sensación constante de que se nos escapa y no tenemos suficiente). Pero cuando empezamos a conectar con la naturaleza, es inevitable que esa aflicción o dolor afloren. Es la autoconciencia, y la mejor esperanza de que seremos capaces de reconectar la especie del *Homo Sapiens* con el resto de los seres vivos del planeta. El concebir la naturaleza como un almacén de recursos para el consumo de la salud convierte a las acciones sanitarias en actos de explotación. No solo somos receptores, también somos dadores. El estado de bienestar se alcanza cuando practicamos con reciprocidad el dar y recibir a la naturaleza. La naturaleza retribuye la ternura y bondad que recibe. Incluso moldea los genes que hemos recibido, permitiendo que funcionen o no. Esa hibridación con la naturaleza permite que desarrollemos el máximo potencial o nos quedemos a medio camino. Son múltiples los beneficios que nos aporta estar en la naturaleza. Caminamos hacia un nuevo modelo de salud, ahora ya planetaria en el que la historia social y natural de la humanidad ya es la misma. Superada la teoría social de la enfermedad, ahora los determinantes de este nuevo modelo de salud descritos en el libro *Llamando a la Tierra* aparecen resumidos en la siguiente figura.

Figura 24. Modelo espiral de los determinantes de la salud planetaria. Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra…* Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental. Cartagena, España, Editorial Ecología y Salud 4.



'Humanización' de la Tierra: *basuraleza*

La Tierra está progresivamente desnaturalizándose, mediante la acción contaminadora del *Homo sapiens*, pudiendo afirmar paradójicamente, que la estamos 'humanizando'.

La cultura de la basura

Genera la *basuraleza*. Usar y tirar. Los efectos de los residuos antropogénicos tienen una distribución planetaria. Desde el Polo Norte a la Antártida y desde el Himalaya a la profundidad de la fosa de las Marianas somos capaces de detectar residuos de la actividad humana. El sello de la humanidad actual en el planeta Tierra por el que nos identificarán en el futuro es la ingente cantidad y variedad de basuras generadas. Esta cultura de desnaturalización y alineación de los individuos y comunidades está en la base de amenazas socionaturales de gran importancia en nuestra sociedad que genera la 'otra basura' para los jóvenes: drogas legales e ilegales, pobreza e injusticia ambiental.

Drogas legales e ilegales

Especialmente por exposiciones tóxicas durante el embarazo y la etapa infantojuvenil. Un enfoque medioambiental de las drogas es necesario y sitúa a los determinantes de la salud planetaria, que unen historia natural y social de la naturaleza en el centro para realizar cambios. Investigaciones muestran como el ambiente construido, el número de bares, la mayor o menor presencia de zonas verdes y características del vecindario son factores independientes y asociados al control del consumo de alcohol en mujeres embarazadas y en los jóvenes. Las experiencias de contacto con la naturaleza se han usado con buenos resultados para manejar la abstinencia a alcohol y otras drogas. Este enfoque integrativo basado en lo natural o hacia la naturaleza sitúa a la exposición a drogas como una señal intermedia de algo que está ocurriendo más global. Las agencias sanitarias y programas de salud mental en los últimos años han ido poco a poco realizando un acercamiento hacia la naturaleza y la salud medioambiental.

Las mujeres embarazadas de la UE y de América Latina y del Caribe consumen alcohol entre un 25 % y un 11 %, respectivamente, alcanzando el 70 % en algunas regiones del mediterráneo español. El consumo de alcohol, tabaco, cocaína o cannabis sigue creciendo en mujeres embarazadas y adolescentes, en distintas regiones del planeta.

Programas de reconexión con la naturaleza durante el embarazo e infancia como *Bosques para la salud, Un bebé, un árbol*, contribuyen a mejorar los estilos de vida, prevenir el consumo de drogas a través de la conexión con la naturaleza. Las experiencias de *#ForestforHealth* se han expandido en Murcia, Olot, Asturias, Zamora, Argentina, México, Chile… Aprende a implantar un *Bosque para la Salud* en tu municipio, área de salud o barrio. http://pehsu.org/wp/?p=1854

Pobreza e injusticia ambiental

La pobreza genera entornos más contaminados e insalubres en hogares, en los empleos y en barrios, generando hábitos familiares menos saludables.

La pobreza te aleja de la naturaleza y constituye el mayor tóxico para la salud planetaria. La pobreza genera entornos más contaminados e insalubres en hogares, en los empleos parentales y en barrios, generando hábitos familiares menos saludables. Estos entornos provocan trabajo y explotación sexual infantil y adopciones clandestinas. La injusticia ambiental y la pobreza incrementan los movimientos migratorios actuales en todos los continentes. La inseguridad, violencia y los conflictos frenan el desarrollo y bienestar en zonas de Europa, América, África, Asia y Oceanía.

Con frecuencia la pobreza se hereda. No es fácil salir de la pobreza abordando de forma aislada los determinantes sociales clásicos de la salud. Los avances en la disminución de la pobreza humana en muchas áreas del planeta se han mostrado como

espejismos transitorios y han sido a costa de una pérdida de biodiversidad, deterioro y empobrecimiento de los ecosistemas. La supuesta riqueza del mundo del ser humano contrasta con la pobreza del resto de seres vivos del planeta. La pobreza en este sentido se convierte en planetaria. En este momento de la historia, tomamos conciencia que para resolver la pobreza son necesarias políticas que unan la historia natural y social de la naturaleza. Son los modelos de la salud planetaria.

Definición de contacto con la naturaleza

La complejidad del concepto dificulta el establecer una única definición de contacto con la naturaleza. Las formas de conexión con el resto de la naturaleza son diversas, y pueden tener lugar tanto en el entorno urbano o construido como en el mundo natural. En la ciudad o en los pueblos. Abarca también variaciones en una dimensión espacial y temporal. Se refiere al contacto con los animales, las plantas e inmersiones en entornos verdes o azules incluyendo esos elementos abióticos (paisaje del amanecer o la visión de una isla o montañas…). No hay una única definición y varía con los tipos de estudios realizados y las experiencias de las personas. A continuación, se listan algunos ejemplos de experiencias de contacto con la naturaleza:

1. Jugar en una calle peatonal con árboles.
2. Pasear o jugar en un parque urbano.
3. Actividades por la playa o junto al mar.
4. Actividades en espacios naturales como montañas, bosques, playas…
5. Actividades de jardinería, actividades marinas, campamentos de verano, excursiones a entornos naturales.
6. Jugar o pasear con los animales.
7. Senderismo y actividades deportivas en espacios naturales.
8. Plantar plantas en macetas.
9. Vistas a través de la ventana de entornos o paisajes naturales.

Magnitud, frecuencia, duración y periodo de la exposición

Medir la exposición (dosis) nos permitirá explorar una relación causal entre el contacto con la naturaleza y el efecto observado. Y en la etapa infantojuvenil el periodo de exposición también parece importante. De la misma forma que existen unos periodos críticos a lo largo del desarrollo fetal e infantojuvenil donde la exposición a tóxicos medioambientales genera determinados efectos deletéreos en la salud, existen unos periodos del desarrollo durante los cuales el contacto y respeto con la naturaleza llena necesidades importantes para un adecuado desarrollo y completa maduración.

Niños y niñas deberían pasar al menos una o dos horas diarias en el entorno verde o azul natural o urbano más cercano para satisfacer las necesidades de salud óptimas.

Se han propuesto numerosas formas de medir el contacto con la naturaleza. Las vamos agrupar en comunitarias o individuales.

Comunitarias o espaciales

Entre las medidas comunitarias destacan las que usan las imágenes satelitales para medir la densidad de fotosíntesis de las biomasas y poder cuantificar las superficies 'verdes'. También midiendo la distancia del hogar a un parque o zona verde y usando indicadores geoespaciales. Los usos de la tierra también permiten clasificar y crear capas de análisis espacial. Las hipótesis que contrastan estos estudios se basan en que la mayor densidad de zonas verdes o azules y la cercanía a las mismas son indicadores de mayor contacto con la naturaleza. La movilidad de las personas es una limitación importante. La incorporación de sensores personales contribuirá a mejorar y optimizar los resultados de estos estudios. Otras limitaciones son la dificultad para caracterizar la dosis y las diferentes experiencias sensoriales que supone el contacto con la naturaleza.

Individuales

Aunque pueden variar entre comunidades e individuos las necesidades de contacto con la naturaleza, la infancia debería pasar al menos una o dos horas diarias en el entorno verde o azul natural o urbano más cercano para satisfacer las necesidades de salud óptimas. Los efectos beneficiosos se notan desde pequeñas dosis de dos horas a la semana. El contacto con la naturaleza resulta fundamental en los primeros años de vida, y cuanto más precoz se inicie los beneficios serán mayores. De forma global, al menos una hora de contacto diario con la naturaleza nos parece el mínimo para satisfacer las necesidades para un desarrollo saludable. Si no alcanza esta dosis consideramos que tiene un déficit de contacto. Hay una dosis de naturaleza de 3-30-300: poder ver tres árboles desde la ventana de tu casa, tener un 30 % de zona verde en tu barrio y que estén a menos de trescientos metros de tu casa.

Cronicidad, metainflamación y fisiología de la conexión

Los mecanismos fisiológicos para explicar los efectos en la salud humana de la conexión con la naturaleza son todavía poco conocidos.

Los mecanismos fisiológicos para explicar los efectos en la salud humana de la conexión con la naturaleza son todavía poco conocidos. El efecto en la salud parece alcanzarse a través de múltiples e inespecíficas vías. En la mayor parte de la existencia humana la adaptación de sus sistemas y tejidos se ha asentado en el contacto con sustancias antiinflamatorias naturales o neutras. Durante miles de años hemos evolucionado en contacto con los elementos de una naturaleza que han provocado una respuesta inmunitaria escasa, mientras que las sustancias antropogénicas de introducción más reciente están provocando una respuesta inmunitaria de bajo grado que no supone una amenaza vital inmediata, pero puede "cronificarse" si se mantiene la exposición.

Los inductores proinflamatorios y antiinflamatorios guardan relación con cambios importantes en la evolución del ser humano. El hecho de que las enfermedades crónicas hayan alcanzado notoriedad en las últimas décadas señala a la globalización de la desconexión de la naturaleza como 'causa de las causas'. Los mecanismos fisiopatológicos propuestos y relacionados entre contacto con la naturaleza y metainflamación se resumen en: efectos en la neuroendocrinología del estrés y atención, variaciones en la respuesta del sistema inmune (estímulos de un 'microbioma' propio de los espacios naturales o aumento de la inmunidad humoral y celular en relación con la exposición a sustancias naturales -fitoncidas-), cambios en el nivel de actividad física, conectividad social, y en la calidad y composición del aire.

Aunque cada uno de estos mecanismos por separado provocan por si solos un impacto y se han asociado en la aparición de las enfermedades crónicas del mun-

do moderno, los avances científicos muestran el efecto combinado de un 'modelo de sistemas' con complejas interacciones en el espacio y a lo largo del tiempo. La mayoría de las enfermedades crónicas comparten muchos factores de riesgo y de protección siendo probable que sean una expresión local en un órgano o sistema como canarios en la mina de la 'enfermedad del antropoceno', cuyo origen está en la desconexión de la especie humana del mundo que le sustenta. De esta forma la contaminación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad también serían expresiones de esa desconexión con la naturaleza.

Es un hecho que, la metainflamación, a diferencia de la inflamación clásica, provoca una respuesta de bajo grado, persistente, con una respuesta sistémica y se asocia a un bajo metabolismo. Los marcadores de inflamación están alterados, pero sin incrementos de varios cientos como en los procesos inflamatorios clásicos. De esta forma vemos discretos aumentos de algunas interleucinas y marcadores como: interleucina-6 (IL-6), proteína C-reactiva (PCR) y factor de necrosis tumoral (TNF-alpha) entre otros. La metainflamación se ha asociado a numerosas enfermedades crónicas: enfermedades como las cardiopatías, la insuficiencia renal crónica, numerosos tipos de cáncer, diabetes, depresión e incluso una mayor susceptibilidad en la respuesta inflamatoria reactiva en la COVID-19. La metainflamación estaría en la base fisiológica de la desconexión de la naturaleza y en el origen de una cascada etiológica en la que la aterosclerosis, el estrés oxidativo, resistencia a la insulina y cambios en el equilibrio de la flora intestinal serían señales intermedias y compartidas que alertan de un problema de mayor calado en un modelo de salud planetaria. La presencia de inductores proinflamatorios establece y desencadena reacciones de metainflamación y cambios dismetabólicos que conllevaría a explicar la relación del déficit de naturaleza con las enfermedades crónicas.

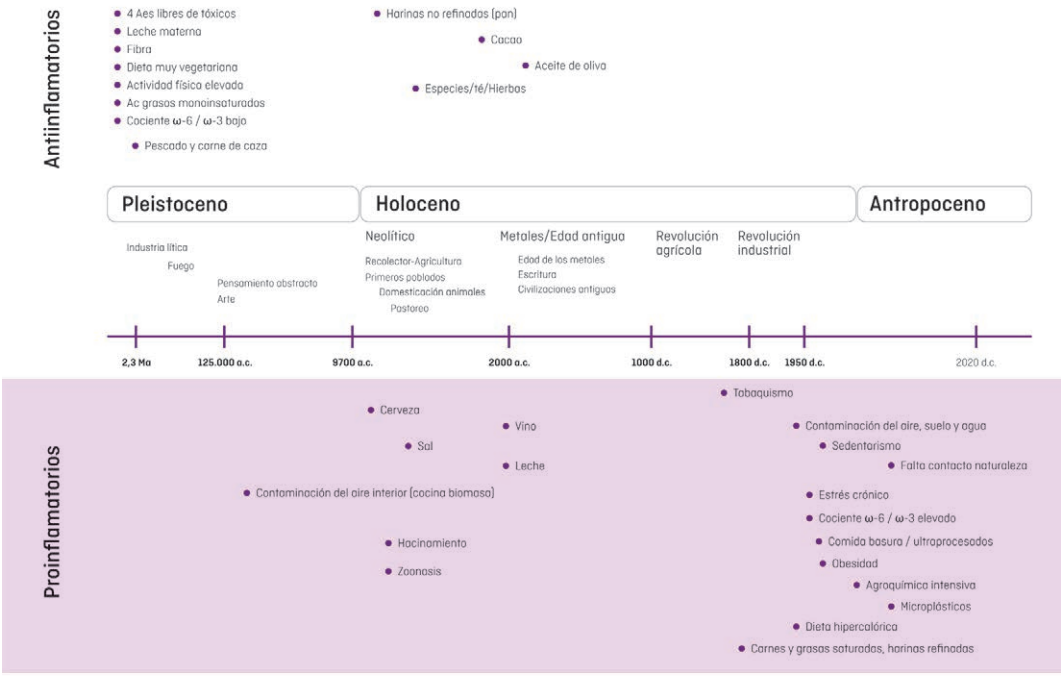
El listado de enfermedades crónicas potencialmente relacionadas con el déficit de contacto con la naturaleza es amplio.

La metainflamación está en la base de una cascada etiológica espiral que sin abordar la 'causa de las causas' que la desencadena será muy difícil mejorar, detener o revertir el proceso. Esta teoría de la medicina medioambiental va más allá de la teoría higiénica o del germen, y permite abordar con mayor solvencia el desafío de la prevención y el tratamiento de las enfermedades crónicas o agudas emergentes ambientalmente relacionadas a través de una necesaria reconexión con la naturaleza. Este enfoque permite crear hipótesis demostrables asociadas a las causas de las enfermedades crónicas, reconociendo e incorporando a esa reconexión con la naturaleza aspectos muy vigentes como el envejecimiento, la contaminación de los ecosistemas y el cambio climático.

En la siguiente figura se puede observar como a lo largo del tiempo aparecen los proinflamatorios o antiinflamatorios que darían consistencia a la teoría de la metainflamación como origen de las enfermedades crónicas. De esta forma, la expresión de esta inflamación silenciosa sería la de algunas alteraciones bioquímicas del síndrome metabólico como la resistencia a la insulina, hipertensión, alteraciones de las grasas sanguíneas, etc.

El listado de enfermedades crónicas potencialmente relacionadas con el déficit de contacto con la naturaleza es: enfermedad cardiovascular, cáncer, trastornos endocrinos / metabólicos, enfermedad inflamatoria digestiva, hepatopatías crónicas, nefropatías, problemas o trastornos de salud mental, enfermedades reproductivas, enfermedades respiratorias, neurodegenerativas y trastornos dermatológicos.

Figura 25. Metainflamación a lo largo del tiempo profundo. Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra…* Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental, Cartagena España, Editorial Ecología y Salud.



Beneficios del contacto con la naturaleza

Las evidencias científicas son cada vez más numerosas y diversas, e incluyen experiencias de contacto con los animales, las plantas e inmersiones en la naturaleza. La mayoría de los estudios que analizan el impacto del contacto con la naturaleza en la salud infantojuvenil se refieren más a viajes estructurados o programados de campamentos de verano, que al concepto general del contacto con la naturaleza. A pesar de las limitaciones metodológicas, numerosas investigaciones sugieren beneficios en la salud asociados al contacto con la naturaleza[11]:

11. Obtenido de: Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra…* Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental. Cartagena, España, Editorial Ecología y Salud.

- Disminuye la mortalidad global.
- Aumenta la felicidad y sensación de bienestar.
- Aumenta la sociabilidad.
- Reduce las conductas agresivas, la hiperactividad y mejora la atención.
- Reduce la ansiedad y depresión.
- Reduce el estrés y marcadores de inflamación.
- Mejora el sueño.
- Mejora el neurodesarrollo motor (coordinación / equilibrio) y cognitivo.
- Mejora el rendimiento escolar.
- Disminuye el consumo de alcohol y otras drogas.
- Mejora los resultados reproductivos y el peso del recién nacido.
- Disminuye la obesidad.
- Disminuye el riesgo de diabetes.
- Mejora las habilidades motoras, sociales y de conectividad en los enfermos con trastornos del neurodesarrollo: trastornos del espectro alcohólico fetal (TEAF), TEA, etc.
- Mejora la calidad de vida relacionada con la salud en los supervivientes de cáncer infantojuvenil.
- Disminuye el riesgo y aumenta la supervivencia global de algunos tipos de cáncer.
- Mejora el sistema inmune (aumenta la actividad de las células NK[12], expresión de proteínas anticáncer e inmunoglobulina A en mucosas).
- Mejora la agudeza visual.
- Incrementa la función pulmonar y mejora el asma.
- Disminuye el riesgo cardiovascular (disminuye la tensión arterial, obesidad, aumenta la actividad física, riesgo de fallo cardiaco…).
- Aumenta los niveles de vitamina D.
- Mejora el control del dolor agudo y crónico.
- Recuperación quirúrgica más rápida.
- Reduce las visitas al médico y el consumo de fármacos.

Son muchos los beneficios del contacto con la naturaleza: disminuye la mortalidad global, reduce el estrés y ansiedad, y aumenta la felicidad y bienestar entre otros.

12. Célula NK: del inglés *natural killer.*

Se ha estudiado mejor el efecto positivo en la salud mental que en las enfermedades somáticas, y aunque el beneficio se ha demostrado en el corto plazo es esperable que repercuta en la salud global y bienestar a lo largo de la vida de los individuos. La falta de contacto con la naturaleza impulsa el sedentarismo y es tan antinatural que actúa como un factor clave en el incremento de la obesidad, enfermedades respiratorias y cardiovasculares, trastornos de la conducta, comportamiento, atención, empeoramiento de las enfermedades crónicas, disminuye los niveles de vitamina D, pérdida de audición y agudeza visual, mayor exposición a carcinógenos e incremento del estrés.

Este vídeo resumen puede ayudar consolidar lo aprendido. Los niños tienen el derecho básico a jugar al aire libre.

Acceder al vídeo a través del siguiente enlace: https://youtu.be/7cfb5pQvUrA

Mascotas / animales

El 50 % de los hogares en las grandes ciudades tienen mascotas. Numerosos estudios científicos muestran que los animales domésticos son considerados miembros de la familia; los niños, los adolescentes, adultos y también los ancianos les hablan como si fueran humanos, comparten sus fotografías en las redes sociales y con frecuencia comparten sus dormitorios con ellos. El 70 % confían plenamente en sus mascotas. La presencia de mascotas en el hogar disminuye el número de visitas al médico, disminuye el estrés y mejora la salud cardiovascular. La terapia con animales ha sido usada con buenos resultados en niños/as con discapacidad intelectual.

Salud verde en ciudades y bosques

Los niños, adolescentes y adultos se sienten mejor cuando están rodeados de plantas. En asentamientos urbanos, los espacios verdes y jardines se han asociado a una amplia variedad de beneficios para la salud. El concepto de que las plantas juegan un papel importante en la salud mental ha sido aplicado en la terapia con horticultura, una forma de tratamiento basada en los presuntos beneficios terapéuticos de la jardinería. La terapia con horticultura se utiliza en programas comunitarios, de drogodependientes, discapacitados y en educación especial. El vivir en edificios rodeados de árboles se asocia a:

- Niveles más altos de atención y mejor capacidad de respuesta a las situaciones de estrés.

- Niveles sustancialmente menores de agresión y violencia.
- Y niveles más altos de autodisciplina.

Uno de los pilares de la calidad medioambiental en las ciudades es la presencia de vegetación. Además, sabemos que no solo la extensión en metros cuadrados de parques urbanos es importante, sino especialmente la conectividad o corredores verdes entre los mismos. Hoy sabemos que la conectividad a través de corredores verdes entre estos espacios o parques urbanos constituye un pilar para contrabalancear el riesgo cardiovascular y del cáncer en los habitantes de las ciudades. Las plantas compensan las emisiones de CO_2, mitigan el ruido, ahorran agua, refrescan el medioambiente y acogen animales a su alrededor. Los residentes de barrios con más zonas verdes y arbolado dan resultados más positivos en las evaluaciones de salud y calidad de vida real y percibida.

Estudios preliminares señalan a los compuestos orgánicos volátiles biogénicos y al microbioma del aire forestal como responsables de los beneficios de las experiencias en el bosque en la salud global (descenso del cortisol, impacto en las inmunoglobulinas, disminución de la metainflamación del epitelio pulmonar, mejora de la función cardiorrespiratoria…). Además, los árboles en las ciudades contribuyen a mitigar / disminuir el impacto de la contaminación del aire, y se ha observado el efecto beneficioso en las enfermedades crónicas especialmente en las ciudades que presentan mayor porcentaje de superficie verde, y sobre todo conectividad con corredores verdes entre los espacios o parques urbanos. En la siguiente figura aparecen resumidas las vías de interacción entre los árboles del bosque y la salud humana.

Figura 26. Vías de interacción entre la salud humana y el bosque. Fuente: tesis Doctoral Albert Bach.

Salud azul o ecosistemas acuáticos

Estudios científicos han conseguido demostrar que la brisa marina, rica en sales, ayuda a reducir los síntomas del asma, así como los de otros pacientes con problemas y enfermedades pulmonares, que tosen menos cuando están cerca del mar y experimentan menos síntomas. Se han descrito efectos muy positivos en la respuesta cardiovascular, enfermedades cutáneas y en las articulaciones y huesos.

Por el otro lado, la infancia y adolescencia de la Ribera del Mar Menor en la Región de Murcia en contacto con una naturaleza marina contaminada y esquilmada comparada con un grupo control ha mostrado peores resultados significativos en todos los dominios de la calidad de vida relacionada con la salud (global, física y psicosocial).

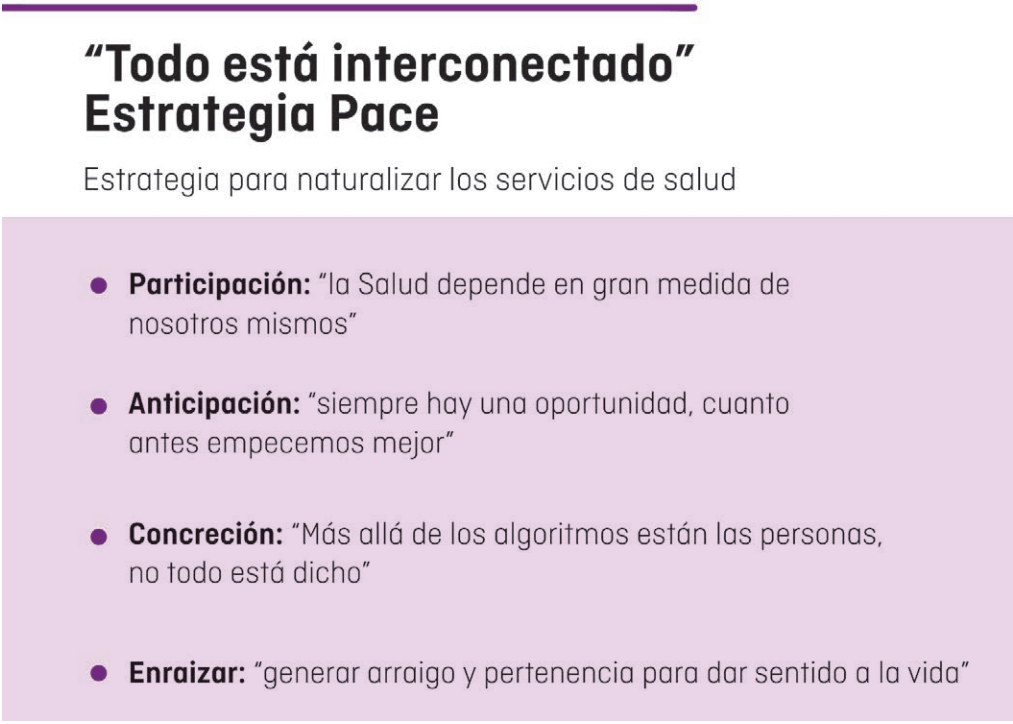
Naturalizar los servicios de salud: "Cambia y repara"

Las principales causas en el número de años de vida con mala salud crónica son 100 % prevenibles y relacionadas con el deterioro y contaminación de los ecosistemas.

Hasta ahora nuestra relación con la naturaleza ha sido muy destructiva. Es mucha la incertidumbre que nos depara el futuro, pero las investigaciones recientes sobre la carga global de enfermedades muestran que las principales causas en el número de años de vida con mala salud crónica son 100 % prevenibles y relacionadas con el deterioro y contaminación de los ecosistemas. En un modelo de salud planetaria, en el que la mayoría de las prestaciones sanitarias no se alcanzan a través de los servicios clásicos de salud, sino a través del uso y acceso a los servicios de la naturaleza diversa, tanto dentro del hogar, en el barrio, en el trabajo, en la escuela... nos brinda tremendas oportunidades para la innovación social.

Los autores proponemos un rediseño de las estructuras y relaciones de la actividad profesional para desarrollar una medicina basada en la Estrategia PACE: Participar, Anticipar, Concreción (o realidad), y Enraizar. Estas cuatro acciones son resultado de una hibridación o adaptación más recombinante entre naturaleza y humanidad. Los programas de naturalización de los sistemas de salud serán la base audaz de una nueva etapa de ilustración ecológica para la salud de las personas y del planeta. La medicina en el nuevo modelo de la salud medioambiental es una medicina participativa (siempre depende de ti hasta donde quieras llegar), de concreción (o de realidad, no todo está dicho), anticipación (nunca es tarde) y que genera raíces (arraigo y pertenencia a la naturaleza con una inteligencia colaborativa). Las tareas ya no solo son para los profesionales sino también para las familias.

Figura 27. Estrategia para naturalizar los servicios de salud. Obtenido de: Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra…* Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental. Cartagena, España, Editorial Ecología y Salud.



¿Quieres conocer tu nivel de conexión con la naturaleza?

Numerosas pruebas han sido creadas para la etapa escolar e intentar estimar el nivel de conexión con la naturaleza. Se ha adaptado el Índice de Conexión con la Naturaleza, basándonos en los más recientes estudios de medición del contacto con la naturaleza en niños y jóvenes, como el realizado por la Diputación Foral de Guipuzkoa en 2020, o el de la Universidad de Essex (Reino Unido) junto con la Real sociedad para la protección de pájaros (RSPB por sus siglas en inglés de *Royal Society for The Protection of Birds*). Hemos creado una aplicación web para escolares a la que se han incorporado algunas preguntas sobre la frecuencia de actividades al aire libre y en entornos naturales, si han plantado árboles o tienen alguna mascota en casa. Disponible aquí: https://www.ecologiaysalud.org/?p=378

Para los profesionales: recetar naturaleza

Los médicos deberían preguntar más en las consultas sobre estos aspectos, sobre el número, tipo y duración de experiencias en la naturaleza y fomentar los vínculos con el medio natural como vía para fortalecer su salud y contrarrestar / disminuir los efectos negativos de muchas exposiciones a tóxicos medioambientales. Recuperar el contacto con la Madre Naturaleza en todas sus formas, constituye por sí mismo uno de los retos sanitarios más importantes para las actuales y futuras generaciones en todos los países, especialmente para el manejo y control de las enfermedades crónicas. En las Unidades de Salud Medioambiental Pediátrica (USMAP) de Murcia y Cataluña pilotamos durante 2020 un modelo experimental de consultas en la naturaleza. El trasladar las actividades de consulta en entornos naturales mostró una gran aceptación de las familias y profesionales. El trabajar en un marco físico más amable, permitió una relación e interacción médico-paciente más fluida y positiva. Mejoró la anamnesis clínica según los clínicos entrevistados. Este tipo de programas que trasladan las actividades al aire libre pensamos que puede contribuir a descongestionar los espacios sanitarios que podría ser una respuesta adecuada en los lugares con clima suave e ideal para revisiones o consultas de crónicos donde la necesidad de pruebas o exploraciones complejas es escasa o nula.

Desde febrero de 2021, el Área de Salud I Murcia Oeste y el Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca además de TACs, RM nuclear, quirófanos, piscina, consultas… cuenta con un bosque incorporado oficialmente a la cartera de servicios para el desarrollo de actividades de promoción, prevención, consulta, voluntariado e innovación en salud medioambiental.

El profesional sanitario que incorpora el medioambiente en su consulta de atención primaria desarrolla un trabajo de investigador, educador y defensor, y constituye una fuente directa de información para los padres, las familias y el resto de los colectivos sociales. Por ello, en atención primaria (pediatras, médicos de familia, personal de enfermería y matronas) deben tener cierto grado de información de la comunidad en la que vive el enfermo, de los peligros ambientales más importantes y de los recursos de la naturaleza en ella. Tareas de cómo involucrar a los profesionales en la salud medioambiental aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 3. Como involucrarse en la reconexión con la naturaleza los profesionales de Atención Primaria. Obtenido de: Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra…* Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental. Cartagena, España, Editorial Ecología y Salud.

Tarea	Algunos ejemplos
Solicitar formación académica / entrenamiento	Rotación en una UPA (Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos) o USMAP u otras actividades posgrado e interuniversitarias.
Indagar en las consultas sobre los riesgos ambientales, estilos de vida i recursos de la naturaleza	Mediante la historia clínica ambiental o la hoja verde, uso de sensores, biomarcadores, sistemas de información geográfica, red de servicios de la naturaleza.
Proporcionar información científica	Aportando evidencias basadas en la experiencia a las preguntas de las familias, autoridades legislativas, ejecutivas y judiciales.
Colaborar con asociaciones de vecinos, enfermos y/o ONGs locales preocupadas por la salud y el medio ambiente	Impartiendo charlas educativas, creando materiales divulgativos, abogando y realizando informes de salud y medio ambiente, apoyando las *educaventuras* en la comunidad.
Colaborar con las autoridades locales, regionales, nacionales e internacionales	Identificando los riesgos medioambientales y enfermedades relacionadas en la comunidad y en la búsqueda de soluciones con una mirada hacia lo natural o la naturaleza. Aportando la experiencia y el conocimiento en las iniciativas legislativas.
Naturalizar los programas de crónicos	Diagnosticando el índice de conexión de los jóvenes e incorporando la prescripción no medicamentosa a la cartera de servicios.
Desarrollar consejos prácticos para la consulta	Colgar información en el tablón de anuncios sobre prácticas saludables y de contacto con la naturaleza,...
Dar apoyo con informes de salud para eliminar las drogas legales	Posicionarse y contribuir a la eliminación de las drogas en familias y comunidades.
Colaborando en programas de salud medioambiental escolar	Contribuyendo para crear espacios de comunicación, fomentando alternativas saludables, colaborando con los docentes en la prevención y manejo escolar de trastornos del neurodesarrollo con un enfoque hacia la naturaleza.
Adoptando estilos de vida más sostenibles	Usando la bicicleta, realizando actividades en la naturaleza, practicando la «salud positiva».
Dando apoyo económicamente a una ONG ambiental	

La anticipación y el buscar signos potenciales de metainflamación en los estilos de vida y entornos en los que conviven los niños y jóvenes es una de las tareas en medicina medioambiental, con la intención de trabajar la 'causa de las causas'. Cambia, repara, reconecta tu salud con la del planeta. Quizá todo esto refleje hábitos de aprendizaje, preferencias por nuestro pasado, despertando nuestros orígenes como criaturas de la naturaleza. Satisfacer estas preferencias puede ser una manera eficaz de fortalecer la salud planetaria, más productiva y libre de los efectos secundarios del uso de fármacos.

SARS-CoV-2 tiene una fuerte relación con la salud de los ecosistemas. La pandemia de SARS-CoV-2 ha incrementando las actitudes y deseos de reconexión con la naturaleza de la población infantojuvenil. Ver vídeo adicional a través del siguiente enlace: https://www.aeped.es/comite-salud-medioambiental/noticias/dia-mundial-medioambiente-2020-todos-los-seres-vivos-y-ecosistemas-tierra

Para la población general: *educaventuras*

Las *educaventuras* son un concepto de actividad que reúne a profesionales de la salud medioambiental y ciudadanos activos (estudiantes, representantes de ONGs de enfermos o de medioambiente o discapacidad o agentes sociales o incluso enfermos interesados) durante un periodo de entrenamiento de dos a cinco días para promover las interacciones combinadas en una cultura de la salud medioambiental a través de actividades de reconexión con la naturaleza. La finalidad de las *educaventuras* es doble: predicar con el ejemplo y empujar / motivar los cambios personales o colectivos para restaurar la salud de los individuos con la del planeta. Construir una red de *educalíderes* de la salud medioambiental en la sociedad contribuirá a enraizar y mejorar los resultados de salud. Ya están en marcha.
Ver el siguiente video adicional: https://youtu.be/sFmahbpNg-c

Programas de salud ambiental escolar

La salud ambiental escolar constituye uno de los desafíos más importantes para esta década y vendría a ser algo así como 'la salud laboral de la infancia' (el trabajo esencial de los niños es la escuela). Los niños/as pasan unas cuarenta horas a la semana en las escuelas e institutos. Modelos de educación que favorezcan la conexión con la naturaleza, desde ir a pie al cole, tener un huerto ecoescolar, impartir actividades académicas al aire libre o en espacios naturales… contribuyen a generar una cultura nueva de reconexión con la Madre Tierra. Al mismo tiempo, la enseñanza (educación, instrucción y aprendizaje) debe contemplar como tareas prioritarias el conocimiento de los contaminantes medioambientales y sus efectos adversos en los ecosistemas naturales y en la salud humana. Reconectar a la infancia en el entorno escolar con la naturaleza contribuye a crear ciudadanos más libres, creativos en sociedades más interconectadas con la salud del planeta. Modelos de experiencias como el programa #AireLimpio donde han participado el 25 % de los centros públicos de la Región de Murcia son un ejemplo a seguir. Ver el siguiente video: https://youtu.be/PWsk9WoOZ30

Modelos de educación que favorezcan la conexión con la naturaleza contribuyen a generar una cultura nueva de reconexión con la Madre Tierra.

Bibliografía

1. Andersen, L., Corazon, S., & Stigsdotter, U. (2021). Nature Exposure and Its Effects on Immune System Functioning: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(4), 1416. https://doi.org/10.3390/ijerph18041416

2. Frumkin, H., Bratman, G. N., Breslow, S. J., Cochran, B., Kahn, P. H., Jr, Lawler, J. J., Levin, P. S., Tandon, P. S., Varanasi, U., Wolf, K. L., & Wood, S. A. (2017). Nature Contact and Human Health: A Research Agenda. *Environmental health perspectives*, *125*(7), 075001. https://doi.org/10.1289/EHP1663

3. Gascon M, Zijlema W, Vert C, White MP, Nieuwenhuijsen MJ. (2017) Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health, 220*(8),1207-1221.

4. Holland, I., DeVille, N. V., Browning, M., Buehler, R. M., Hart, J. E., Hipp, J. A., Mitchell, R., Rakow, D. A., Schiff, J. E., White, M. P., Yin, J., & James, P. (2021). Measuring Nature Contact: A Narrative Review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(8), 4092. https://doi.org/10.3390/ijerph18084092

5. Jones, R., Tarter, R., & Ross, A. M. (2021). Greenspace Interventions, Stress and Cortisol: A Scoping Review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(6), 2802. https://doi.org/10.3390/ijerph18062802

6. Largo-Wight, E., Guardino, C., Wludyka, P. S., Hall, K. W., Wight, J. T., & Merten, J. W. (2018). Nature contact at school: The impact of an outdoor classroom on children's well-being. *International journal of environmental health research*, *28*(6), 653–666. https://doi.org/10.1080/09603123.2018.1502415

7. Lesser, I. A., Nienhuis, C. P., & Belanger, L. (2021). Active by nature: exploring cancer survivors' exercise barriers, facilitators, preferences, and psychosocial benefits of engaging in outdoor physical activity. *Supportive care in cancer: official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *29*(7), 4095–4103. https://doi.org/10.1007/s00520-020-05938-4

8. Ortega-Garcia JA (2021). *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra… Una aproximación al modelo de la Salud Medioambiental.* Editorial Ecología y Salud.

14. Afectaciones emocionales del cambio climático en los niños y adolescentes. La solastalgia y la ecoansiedad

Marta Torra
Psicóloga. Especialista en gestión emocional y ansiedad. Cofundadora de la Asociación Sentim.

«Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no escucha» Victor Hugo.

La climatología incide directamente sobre nuestra salud física y emocional.

¿Quién no ha sufrido cambios de humor según el tiempo? ¿Cuántas veces no hemos escuchado cuando hace un día desapacible: - "estoy como el día..." o "al mal tiempo, buena cara"? Frases hechas que relacionan nuestro estado anímico y el clima se han dicho desde siempre y hacen referencia a todas las estaciones del año y todos los fenómenos meteorológicos. La climatología incide directamente sobre nuestra salud física y emocional.

La meteorología en cuanto afecta a la incidencia de la luz sobre nosotros repercute en nuestra salud mental. Los trastornos afectivos estacionales afectan entre el 1 y el 10 % de la población y son más frecuentes en las zonas del norte y durante la primavera (la astenia primaveral) pero en los países del norte de Europa se presentan con mayor medida durante el invierno y pueden llevar a depresión invernal. Aunque no están considerados como una enfermedad según la OMS, son estados que en sí mismos no tienen un carácter patológico pero que sí que se relacionan con desórdenes en el mecanismo fisiológico normal de la adaptación del cuerpo a las condiciones variables propias de la estación. Estos cambios afectan en mayor o menor intensidad a las personas observando en los últimos años un aumento de la *meteorosensibilidad*.

Lamentablemente los últimos años, trastornos como la astenia primaveral han sufrido un fuerte incremento. Se ha valorado que aproximadamente un 2 % de la población sufrirá algunos de sus efectos a lo largo de su vida, sobre todo las mujeres entre veinte y cincuenta años. Este incremento se cree que podría ser debido a las características propias de la sociedad actual. El estrés, la hiperactividad, la sobrecarga laboral, la conciliación familiar y laboral, las relaciones sociales complejas, etc. favorecen estados anímicos bajos y reducen la capacidad adaptativa del organismo ante cualquier tipo de cambio.

También se calcula que un 65 % de la sociedad española notará o está notando algunos de los síntomas de la astenia primaveral.

Los cambios en el medio ambiente también influyen en nuestro estado de ánimo y en nuestra salud.

La solastalgia

Sin embargo, desde principios de siglo, se ha empezado a observar que no solo nos afectan los cambios de tiempo. Los cambios en el medio ambiente provocados por la globalización y el cambio climático ya hace varios años que sabemos que también influyen en nuestro estado de ánimo y en nuestra salud.

Felipe González, profesor de la Universidad Católica de Chile, lideró un estudio publicado en 2018 en la revista *Nature Climate Change* que analizaba cómo afecta el aumento de la temperatura ambiental en la salud mental de las personas. El estudio se desarrolló en los Estados Unidos y en México y concluye que a medida

que la temperatura ambiental aumenta, la salud mental se ve deteriorada. Además, concluye que durante los meses de más calor se producen más suicidios y se observan más tuits en Twitter de tipo depresivo.

Después de esta investigación vinieron muchas otras que vinculan el cambio climático con el deterioro de la salud mental. Estos estudios establecen una relación directa del aumento de la temperatura y el incremento de problemas como la ansiedad, el estrés o la depresión. También apuntan que durante las épocas de grandes variaciones del clima (lluvias más abundantes y más duraderas que las habituales, olas de calor largas, nieblas persistentes...) los centros de salud mental detectan un aumento de las consultas.

Las personas que han vivido una catástrofe natural tienen un 4 % más de probabilidades de desarrollar problemas de salud mental.

Sabemos también a partir de los estudios publicados que las personas que han vivido una catástrofe natural ya sea un huracán, un terremoto, inundaciones, etc. tienen un 4 % más de probabilidades de desarrollar problemas de salud mental. Las consecuencias de estas catástrofes a nivel personal pueden provocar traumas por las pérdidas de un ser querido, la pérdida del hogar o el trabajo... y sobre todo afectan a los llamados *desplazados ambientales*. Este término hace referencia a las personas que se han visto obligadas a abandonar sus hogares como consecuencia de un desastre natural o medio ambiental. En todas estas personas supervivientes, los que tenían que desplazarse, aparte del trauma vivido, desarrollaban sentimientos de pérdida de identidad personal y profesional, de impotencia y miedo y ausencia de autonomía.

Aparte de estos sentimientos, y sobre todo entre aquellas personas que no tenían que desplazarse ni refugiarse en otro país de acogida, aparecía un sentimiento como de angustia y nostalgia por el entorno que había desaparecido a consecuencia del desastre natural. Este sentimiento es la solastalgia.

Este término fue acuñado por primera vez por el filósofo Glenn Albrecht en el año 2005 cuando los vecinos de la región australiana de Hunter Valley le pidieron al filósofo que investigara la angustia que sufrían como consecuencia de la degradación que sufría su entorno debido a la construcción de las minas de carbón. Allí donde siempre había prados, ahora los vecinos solo veían rocas, máquinas y oían ruidos de detonaciones. A los vecinos les preocupaba su entorno, los cambios que se producían en él y los sentimientos de pertenencia se veían alterados. Observaban como aquella imagen en la que habían crecido desaparecía sin poder hacer nada ni podían detenerlo. G. Albrecht unió las palabras derivadas del latín *solacium* (comodidad) y la raíz griega *-algia* (dolor) para definir esta angustia crónica producida por el cambio climático o por la construcción de grandes infraestructuras como aeropuertos, carreteras, industrias... en nuestro entorno. Las personas que la padecen presentan una sensación de angustia por una transformación no deseada del entorno que a diferencia de la nostalgia que va más ligada al recuerdo pasado de un lugar, la solastalgia sería la añoranza que experimentamos de nuestro entorno mientras continuamos viviendo en él.

Las personas que padecen solastalgia presentan una sensación de angustia por una transformación no deseada del entorno.

La solastalgia no viene provocada por un trauma directo de una catástrofe sino por la transformación lenta y progresiva del entorno, bien por la acción humana o por un cambio ambiental negativo como grandes incendios donde el paisaje carbonizado te recuerda que tardarás mucho tiempo en volver a verlo como antes o tal vez ya no lo verás nunca más. Todos hemos sentido nostalgia alguna vez del lugar donde hemos crecido, de un paisaje, un pueblo o una ciudad donde hemos pasado las vacaciones y ver como con el paso de los años se ha ido transformando nos provoca nostalgia, por los buenos recuerdos que tenemos. Cuando nos vamos durante una temporada a otra parte, también sentimos nostalgia de donde residíamos. Sentimos nostalgia incluso de nuestro hogar cuando estamos lejos. Pero la solastalgia va más allá de esta sensación, es una forma de angustia o de estrés mental o existencial persistente en el tiempo.

«Observa profundamente la naturaleza y entonces lo entenderás todo mucho mejor»
Albert Einstein.

Nuestro estilo de vida, propio de la sociedad postindustrial nos aleja cada vez más de la naturaleza, de sus ritmos naturales y del contacto con el resto de la flora y la fauna. Cada vez más niños crecen alejados de este contacto. El periodista y escritor de Estados Unidos, Richard Louv, en 2008 hacía referencia por primera vez al concepto de trastorno por déficit de naturaleza. En su libro *Last Child in the Woods* (*El último niño de los bosques*) explica como nuestros hijos están cambiando

las cabañas en los árboles que hacíamos cuando éramos pequeños por sofás y pantallas. En el libro recoge varias investigaciones que muestran cómo cada vez los niños están más alienados y distanciados de la naturaleza y lo importante que es el hecho de crecer expuestos directamente a la naturaleza por un crecimiento infantil sano, física y emocionalmente. En algunas de estas investigaciones a las que Louv hace referencia en su libro se habla de las consecuencias negativas de este distanciamiento de la naturaleza en los niños. Las más frecuentes a las que hace referencia son:

- Obesidad infantil.
- Dificultad o déficit de atención.
- Enfermedades cardiovasculares.
- Depresión.

En este sentido, y como consecuencia del cambio climático, no solo nos encontramos con unos niños que crecen rodeados de cemento, sino que cada vez más nos encontraremos con otras figuras como son las de los desplazados ambientales.

«*Solo los humanos producimos basura que la naturaleza no puede digerir*» Charles Moore.

Los desplazados ambientales son todas aquellas personas que se ven obligadas a desplazarse de sus hogares como consecuencia de fenómenos ambientales catastróficos y de los efectos del cambio climático. Desde los inicios de la humanidad, el hombre ha ido desplazándose en busca de unas mejores condiciones de vida. Pero desde la segunda mitad del siglo XX las migraciones del campo a la ciudad han aumentado hasta el punto de que en 2008 la mitad de la población mundial se concentraba en las ciudades. La gran mayoría de los habitantes de las zonas rurales migra hacia las ciudades en busca de oportunidades y por las malas condiciones de su entorno que cada vez se ve más afectado por la acción industrial, el calentamiento global y los desastres naturales.

Todas estas personas desplazadas acostumbradas a estar en contacto con la naturaleza se ven obligadas a vivir muy a menudo en grandes ciudades donde encuentran pocas oportunidades para disfrutar del monte, el bosque,…

Ecoansiedad

Detalle de El grito Edvard Munch, 1893.

Se define la ecoansiedad como el temor crónico a sufrir un cataclismo ambiental que se produce al observar el impacto del cambio climático sobre la Tierra y la preocupación asociada por el futuro de uno mismo y de las próximas generaciones.

La solastalgia va muy ligada a otro concepto: la ecoansiedad. Pese a no estar considerada como una enfermedad, la Academia Americana de Psicología (APA, por sus siglas en inglés de *American Psychology Association*) describe la ecoansiedad como el temor crónico a sufrir un cataclismo ambiental que se produce al observar el impacto del cambio climático sobre la Tierra y la preocupación asociada por el futuro de uno mismo y de las próximas generaciones.

Efectos del cambio climático

Los niños y los adolescentes son la población más afectada por la ecoansiedad y se prevé que el número de personas que la padecen irá aumentando en los próximos años ya que esta franja de edad nace más concienciada y con más información sobre los efectos del cambio climático que las generaciones que las preceden.

El cambio climático repercute directa o indirectamente sobre la Tierra y sobre nuestra salud física, mental y comunitaria. Repasemos un poco cuáles son estos efectos.

Impacto climático sobre la Tierra:

- Aumento de la temperatura global.
- Aumento de la contaminación del aire.
- Más periodos de sequía en todo el planeta.
- Aumento de los incendios forestales como consecuencia de la sequía y del aumento de la temperatura.
- Incremento de los fenómenos meteorológicos extremos.
- Aumento del nivel del mar.

Impacto sobre la salud física:

- Cambios en el estado físico y el nivel de actividad.
- Incremento de los episodios de calor que provocan un aumento en los niveles de ozono y repercuten en las enfermedades cardiovasculares y respiratorias.
- Los fenómenos alérgenos aumentan como consecuencia del aumento de la temperatura.
- Exposición mayor a las enfermedades que se transmiten por el agua como consecuencia del aumento de los fenómenos meteorológicos extremos como las inundaciones que pueden contaminar el agua.

Impacto sobre la salud mental:

- Aumento del estrés, ecoansiedad y solastalgia produciendo un incremento de las enfermedades graves como la depresión.
- Aumento de la tensión en las relaciones sociales como consecuencia de los problemas ambientales y los diferentes puntos de vista desde los que se abordan.
- Aumento del abuso de sustancias como sucede en todas las crisis globales.
- Aumento de las consecuencias producidas por los traumas ambientales sufridos.

Impacto sobre la salud comunitaria:

- Impacto demográfico: el aumento de las catástrofes naturales derivadas del cambio en las condiciones climáticas puede provocar el desplazamiento de la población afectada hacia otras poblaciones.
- Aumento de conflictos: según apuntan algunos estudios de la ONU más del 40 % de los conflictos armados internos están relacionados con el uso, la explotación o la posesión de los recursos naturales y la previsión es que el riesgo de conflicto siga creciendo.

- Aumento de la pobreza como consecuencia del incremento de precios de los alimentos sobre todo en las zonas más desfavorecidas.
- Adaptación de las zonas costeras: el aumento del nivel del mar provocará inundaciones y erosión litoral que junto con el aumento de población en estas zonas conllevará un coste elevado en determinadas poblaciones.
- Alimentación: la agricultura y los recursos hídricos pueden verse gravemente afectados por el calentamiento global que comporta afectaciones en la producción alimentaria.
- Acceso al agua: con el cambio climático disminuye la calidad del agua para la producción agrícola e industrial y pone en riesgo la calidad del agua potable.

¿Cómo afectan emocionalmente la ecoansiedad y la solastalgia?

Tanto la solastalgia como la ecoansiedad no afectan de la misma manera a todas las personas. La sensibilidad hacia aspectos medioambientales, hacia el bienestar que proporciona la naturaleza y la sensibilidad hacia la concienciación ecológica son factores que intervienen en la mayor o menor afectación de estos dos trastornos. Esta sensibilidad es más presente en los jóvenes y en los adolescentes al crecer educados en la preocupación del cambio climático y son los que más sufrirán las consecuencias a medio y largo plazo. La contaminación, las imágenes de los grandes incendios, las noticias sobre el calentamiento global y sobre la extinción de especies generan emociones y sentimientos pesimistas hacia su futuro y les hacen plantear cuestiones vitales. Estas emociones comportan pensamientos catastróficos en los niños y los jóvenes.

Las consecuencias de estos pensamientos conllevan un estado de ánimo bajo, impotencia sobre las consecuencias del cambio climático, sentimientos de rabia y de ira, pánico, sentimientos de culpa, etc. Estudios como el de la Universidad de Yale sugieren que la situación de emergencia climática despierta sentimientos de alarma, preocupación, indefensión e incertidumbre.

La preocupación por la ecología es cada día más frecuente, las noticias sobre el clima y fenómenos como el de la activista Greta Thunberg hacen que los jóvenes se sientan identificados. Esta preocupación puede conllevar ansiedad por la impotencia de no poder hacer nada y la negación o inacción social al respecto alimenta este sentimiento. Algunos estudios también apuntan que la publicación de grandes informes sobre el cambio climático aumentan la ecoansiedad y la solastalgia.

El impacto del cambio climático es mayor en los niños y los adolescentes. Los niños son más vulnerables a sus efectos. Tras catástrofes climáticas los niños y los adolescentes muestran más distrés que los adultos (Fritze *et al*, 2008).

El miedo de los niños y niñas sobre el cambio climático proviene de la incertidumbre que sienten por su futuro.

El miedo de los niños y niñas sobre el cambio climático proviene de la incertidumbre que sienten por su futuro. La experiencia directa con los desastres naturales pueden provocar estrés postraumático e incluir síntomas de pánico, pesadillas, fobias, etc. Por ejemplo, durante el Huracán Sandy, algunos niños y niñas entre tres y cinco años que habían perdido su casa desarrollaron fobia a la lluvia, a las olas y a las tormentas que se expandió a las clases de natación, las barcas, etc.

Greta Thunberg, en una de sus intervenciones más punzantes ante los líderes mundiales reunidos en el Foro de Davos, apelaba a su concienciación y que se tomaran medidas urgentes sobre la crisis climática y medioambiental con las siguientes palabras:

«Quiero que entren en pánico. Quiero que sientan el miedo que yo siento todos los días». Greta Thunberg sufrió antes de hacerse activista algunos de los síntomas que provocan la solastalgia y la ecoansiedad en los niños y los adolescentes. Entre otros, los síntomas más frecuentes son el estrés, la preocupación excesiva, las sensaciones de ahogo y de angustia, las alteraciones del sueño... Estos síntomas pueden provocar cuadros de angustia e incluso depresión si no se detectan a tiempo. Los pensamientos recurrentes de los niños, niñas y jóvenes giran entorno las consecuencias irrevocables del cambio climático, la impotencia por no poder detener la degradación del planeta y la tristeza que provoca la pérdida de paisajes. Todos estos pensamientos hacen que un porcentaje muy elevado de los jóvenes se planteen el hecho de ser padres. De esta duda sobre la natalidad surgió a principios del 2019 la plataforma *BirthStrike* (huelga de natalidad) en el Reino Unido. La plataforma es un movimiento formado por hombres y mujeres que han decidido conscientemente no tener hijos teniendo en cuenta el próximo colapso climático que creen que se producirá. Su líder, Blythe Pepino, explica que solo dos semanas después de fundar la plataforma, ciento cuarenta personas, la mayoría mujeres británicas, se habían sumado haciendo pública así su decisión de no tener hijos para retratar la urgencia de una intervención gubernamental y social.

Por otra parte, un estudio de la King's College asegura que los adolescentes que crecen respirando aire contaminado tienen un 70 % más de posibilidades de sufrir paranoia y otros trastornos mentales.

¿Cómo podemos saber si nuestros hijos sufren solastalgia o ecoansiedad?

Hay que estar alertas a las señales que nuestros hijos puedan dar respecto a su preocupación por el medioambiente y el futuro del planeta.

Como hemos venido explicando, la solastalgia se manifiesta a través de la mezcla de muchos sentimientos entre los que hay una especie de melancolía crónica hacia unos paisajes que ya no volverán a ver de la misma manera debido a los efectos devastadores del cambio climático. La angustia que sufren se va agravando por los efectos de la contaminación y cuando observan inundaciones, incendios forestales o sequías en todo el planeta sin que nadie lo pueda evitar.

Hay que estar alerta a las señales que nuestros hijos puedan dar respecto a este tema. Repasemos las más frecuentes:

Señales físicas:

- Dolor de cabeza o de estómago sin motivo aparente.
- Dificultades para conciliar el sueño.
- Pesadillas frecuentes sobre catástrofes.
- Se muestra distraído, apático o inquieto.

Señales emocionales:

- Tristeza.
- Está mucho más sensible de lo habitual sobre todo en referencia al clima.
- Muestra preocupación por el futuro de manera recurrente.
- Se enfada más que antes.
- Siente miedo por los fenómenos meteorológicos.
- Se frustra más a menudo que antes sobre todo cuando hay fenómenos medioambientales sobre los que no se puede o no se quiere actuar.

Señales conductuales:

- Pregunta mucho más a menudo que antes sobre el cambio climático, o las catástrofes ambientales o meteorológicas.
- Tiene crisis de angustia.
- En adolescentes pueden aparecer los primeros abusos de sustancias tóxicas.
- Manifiestan no saber porqué están tristes o se sienten mal.
- Ideas obsesivas y conductas repetitivas.

Estas son solo algunas de las señales que pueden presentarse en los niños o adolescentes y casi siempre vienen acompañadas de esta preocupación por el futuro del planeta, por un interés cada vez mayor por las noticias que giran en torno al cambio climático y por las acciones que se realizan para intentar revertir sus consecuencias o minimizarlas.

Por otra parte, habría que recalcar la importancia del contacto con la naturaleza por parte de los más pequeños (*Ver capítulos 12 y 13 del presente Informe*). El catedrático de psicología ambiental, José Antonio Corraliza advierte que «el trastorno por déficit de naturaleza (TDN) forma parte de un conjunto de problemas, que genéricamente se denominan *enfermedades psicoterráticas*, que son trastornos que tienen su origen en una deficitaria o patológica relación con el entorno en el que vivimos».

Los niños, al igual que los adultos, sienten la necesidad de estar en contacto con la naturaleza, de salir de la ciudad e ir a la montaña o al mar. Pero, a diferencia de los adultos, los niños tal vez no saben expresar que sienten esta necesidad y en ocasiones, si los niños no han estado muy en contacto con la naturaleza, ni se dan cuenta que lo necesitan.

Algunos de los síntomas que podemos percibir como padres de esta falta de contacto con la naturaleza son:

Síntomas emocionales y conductuales:

- Falta de concentración
- Ansiedad
- Estrés
- Irritabilidad
- Hiperactividad

Aparte de estos, se han asociado problemas físicos que pueden conllevar la falta de contacto con la naturaleza por parte de los niños y los adolescentes como pueden ser la obesidad, enfermedades respiratorias como el asma, falta de vitamina D y si a este TDN añadimos un uso abusivo de las pantallas pueden aparecer problemas de visión como la miopía. Cuando miramos demasiado tiempo un dispositivo obligamos al ojo a enfocar en un espacio en particular durante un tiempo determinado, esta exigencia puede provocar alteraciones en la visión, de la misma manera que si hiciéramos un sobreesfuerzo con cualquier otro órgano de nuestro cuerpo también se resentiría.

Como padres debemos educar a los niños y acompañarlos emocionalmente para hacer frente a la solastalgia, la ecoansiedad y todos los problemas emocionales derivados de la crisis climática.

¿Qué podemos hacer como padres?

«Nuestros padres discuten sobre el final de Juego de Tronos mientras el planeta se quema» Greta Thunberg.

Cada vez más niños y adolescentes les angustia más pensar cómo será su futuro, qué planeta les quedará o hacerse a la idea de que aquellos paisajes que ahora ven llenos de naturaleza un día pueden ser víctimas de una catástrofe como un incendio o una inundación debido al cambio climático y ya no los verán nunca más. Es normal que las noticias que ven por los medios de comunicación y por las redes sociales sobre el calentamiento global les angustien y no tengan capacidad emocional para hacerle frente.

Por otro lado, una vez entienden qué es el cambio climático y cómo afecta al planeta Tierra y a la humanidad, también ven como existen medidas que se podrían aplicar para hacerle frente y no se están llevando a cabo. Como los niños tienen un concepto de justicia más fuerte, empatizan más -tanto con las personas como con el planeta- y no esconden sus emociones, viven de manera mucho más intensa esta realidad; incluso a veces de manera tan catastrofista que les conlleva mucho sufrimiento.

Ante este panorama, los padres y madres jugamos un papel muy importante en la educación y en el acompañamiento emocional de nuestros hijos para hacer

frente a la solastalgia, la ecoansiedad y todos los problemas emocionales derivados de la crisis climática. La Alianza Psicológica Climática (CPA, *Climate Psychology Alliance*) e investigadores de Bath, en el Reino Unido, hacen una serie de recomendaciones a los padres para hacer frente a las preocupaciones de los hijos e hijas sobre el cambio climático.

Lo primero es escuchar: practicar una escucha activa de las angustias, dudas, miedos e incertidumbres de nuestros niños y adolescentes sin hacer juicios de valor ni dar nuestra opinión al respecto. Sencillamente escuchar actuando como un receptor de información y dejando que expresen libremente sus emociones al respecto.

Hablarles con claridad y sinceridad. La sinceridad y la claridad son claves. Nosotros como padres debemos estar junto a nuestros hijos e hijas para aclarar cualquier duda que tengan al respecto sin ocultar la información; sin embargo, para que esta no les cause más impacto, habría que dosificarla. Es decir, dar la información poco a poco de manera objetiva y con un vocabulario que puedan entender.

Proponer acciones tangibles a los niños para disminuir los efectos del cambio climático. Por ejemplo, enseñarles a reciclar mejor, disminuir el consumo de productos no reciclables, reducir el consumo de energía eléctrica dentro de casa, etc.

Participar en acciones colectivas de toma de conciencia climática. Actividades como la recogida de basura en la naturaleza o en las playas de forma lúdica de manera organizada, etc. Orientar a los niños y a los adolescentes hacia la acción.

Fomentar el contacto con la naturaleza de los niños. Estudios como el del psicólogo cognitivo de la Universidad de Utah, David Strayer, han demostrado que la exposición a la naturaleza permite al córtex prefrontal "descansar" del estrés, resolver mejor los problemas creativos y "reiniciar" los sentidos.

Plantar árboles y flores y cultivar verduras. Ver cómo crece un árbol o una flor que hemos plantado nosotros, que lo hemos cuidado y regado hace que conectamos mejor con la Tierra y nos despierta emociones positivas de gratitud y abundancia.

En definitiva, estar al lado de nuestros hijos, escucharlos y acompañarlos, previendo y previniéndoles en lo que puede llegar a pasar puede ayudar a rebajar sus niveles de ansiedad sobre la crisis climática y sus consecuencias y hacer disminuir sus pensamientos al respecto.

Hay que tener en cuenta que cuando nuestras acciones como padres no consiguen disminuir esa ansiedad o angustia, habrá que recurrir al psicólogo para que nos ayude en esta tarea antes de que la situación emocional se agrave y pueda convertirse en un trastorno más grave como la depresión entre otros.

Cuando nuestras acciones como padres no consiguen disminuir esa ansiedad o angustia, habrá que recurrir al psicólogo.

Conclusiones

El mundo está cambiando muy rápido, algunos de los paisajes en los que crecimos o que conocimos han desaparecido y han dejado paso a desiertos, industrias o se han convertido en bosques calcinados. Estos hechos, junto con la frustración de ver que nosotros no podemos evitarlo, y que no hay suficiente concienciación al respecto por la clase política, ya que las acciones que se toman en este sentido no son suficientes para detenerlo, ha provocado trastornos como la solastalgia y la ecoansiedad, que en los últimos años han incrementado sobre todo en la población más joven.

Nuestros hijos perciben de manera más intensa el cambio climático porque ven peligrar su futuro. Las imágenes de los incendios, inundaciones que se repiten cada año por las redes sociales junto con fenómenos como los que pone sobre la mesa la activista medioambiental Greta Thunberg, hacen que sufran más angustia y ansiedad por la impotencia que les provoca.

Como padres debemos educar a nuestros hijos en el respeto a la naturaleza, en la estima por la conservación del planeta y enseñarles acciones que puedan llevar a cabo desde pequeños hacia la conservación del medio ambiente. Hablarles claro y con lenguaje comprensible anticipándonos a lo que pueda acontecer les ayudará mejor a hacer frente a su futuro.

A pesar de que la solastalgia y la ecoansiedad son consideradas como consecuencias emocionales negativas del cambio climático, la parte buena es que si tienen razón de ser es porqué al otro lado encontramos fenómenos opuestos como la *topofilia*. Descrita por primera vez hace sesenta años por el filósofo francés Gaston Bachelard, la topofilia hace referencia al vínculo emocional que se establece entre una persona y un lugar concreto de la naturaleza. Es un sentimiento de amor y estima hacia ese lugar donde crecimos y donde se guardan los mejores recuerdos de nuestra infancia que generalmente estaban rodeados de naturaleza.

Así, a medida que aumente el pesimismo hacia el futuro, aumentará también el amor hacia la naturaleza, lo que hará que aumenten el respeto y las acciones individuales enfocadas a la conservación del medio en el que vivimos.

«*Un mayor sentido del lugar fomenta una mayor apropiación y responsabilidad de lo que sucede en ese espacio*». El sentido del lugar, Yi-Fu Tuan.

Bibliografía

1. Albrecht, G. (2008) Afterword: Solastalgia. In: Gage, H., (ed.) Ice: A Passage Through Time. *Ampersand Press*, pp. 55-58.

2. Albrecht, G. (2008). *Solastalgia en Ice: A Passage Through Time*. Ampersand Press.

3. Atchley, R. A., Strayer, D. L., & Atchley, P. (2012). Creativity in the wild: improving creative reasoning through immersion in natural settings. *PloS one*, *7*(12), e51474. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051474

4. Baxter, D. E., & Pelletier, L. G. (2019). Is nature relatedness a basic human psychological need? A critical examination of the extant literature. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne, 60*(1), 21–34. https://doi.org/10.1037/cap0000145

5. Brown, J. (2019). *Birth Strike: The Hidden Fight Over Wowen's Work*. PM Press.

6. Burke, M. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico, *Nature Climate Change 8,*: 723-729, DOI: 10.1038/s41558-018-0222-x

7. Clayton, S. (2019). Psicologia y cambio climático. *Papeles del psicólogo*, 40.

8. Clayton, S., Manning, C., Speiser, M. & Nicole, A. (2017) Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications and Guidance. *American Psychological Association, and ecoAmerica*.

9. Collado, S. (2016). *Conciencia ecológica y bienestar en la infancia. Efectos de la relación con la Naturaleza.* Editorial CCS.

10. Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J, Burke, S. & Reifels, L. (2018). Climate change and mental Health; risks, impacts and priority actions". *International Journal of Mental Health Systems,12*(28).

11. Louv, R. (2005). *Last Chikd in the Woods: Saving our Children from Nature-Deficit Dosorder.* Libros de Algoquin.

12. Newbuny, J., Arsenaut, L. & Beavers, S. (2019). Asociación de la exposición a a la contaminación del aire con experiencias psicóticas durante la adolescència". *Psiquiatria JAMA*.

13. Pardell, O. (2010). Desplazados medioambientales. Una nueva realidad. *Cuadernos Deusto de Derechos Humanos, 66.*

Decálogo

Elena Codina

Pediatra. Servicio de Nefrología Infantil y Trasplante Renal. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Decálogo para promover la salud medioambiental maternoinfantil

Tomar consciencia

Conocer las consecuencias del cambio climático y la vulnerabilidad de la infancia y las mujeres gestantes a sus efectos, hace que podamos decidir más conscientemente dónde compramos, cómo comemos, cocinamos, vestimos... Y en definitiva, cómo vivimos.

Disminuir la contaminación atmosférica

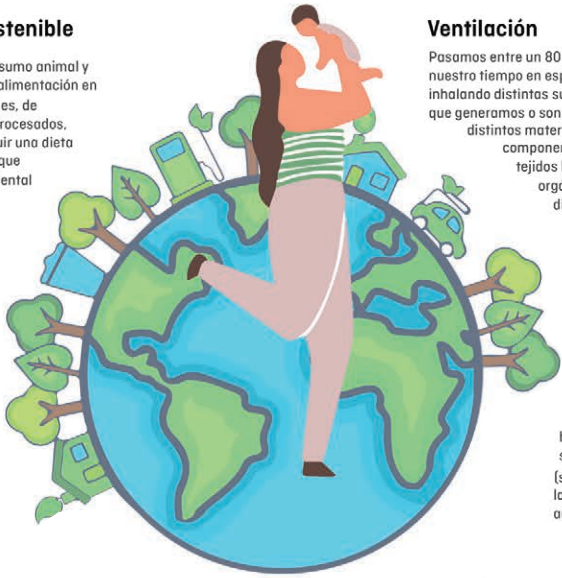
Debemos velar por reducir el uso de los vehículos motorizados y potenciar la movilidad activa y sostenible (a pie o en bicicleta), ya que al mismo tiempo que disminuimos la emisión de partículas contaminantes aumentamos nuestra actividad física y la de nuestros niños.

El embarazo: una gran oportunidad

La gestación puede ser una buena etapa para adoptar nuevos hábitos saludables y evitar la exposición a riesgos ambientales (alimentación, cosmética, productos de limpieza...) que pueden tener consecuencias negativas en el feto y en generaciones futuras.

Alimentación sostenible

Moderando el consumo animal y basando nuestra alimentación en alimentos vegetales, de proximidad y no procesados, podemos conseguir una dieta saludable a la vez que reducimos el impacto medioambiental que comporta.



Ventilación

Pasamos entre un 80 – 90 % de nuestro tiempo en espacios cerrados, inhalando distintas sustancias tóxicas que generamos o son liberadas por los distintos materiales que componen nuestros muebles o tejidos (polvo, humedad, compuestos orgánicos volátiles, etc.). Una ventilación diaria de pocos minutos (¡también en las escuelas!) puede evitar esta acumulación y sus posibles efectos.

El agua: un bien escaso

Disponemos de diferentes opciones de consumo de agua para cubrir nuestras necesidades (logísticas, familiares y económicas) y al mismo tiempo hacer el uso más adecuado posible.

Renaturalitzación

El contacto con la naturaleza aporta claros beneficios en la salud infantil (sobre todo en la esfera de la salud mental) y en el aumento de la actividad física: somos naturaleza.

Reducir el ruido

Un diseño urbano dirigido hacia este objetivo y la existencia de planes de acción específicos son claves para disminuir los riesgos acústicos para la salud de las ciudades (uso de pavimento sonorreductor, limitar el volumen de tráfico, disminuir los límites de velocidad, promoción de áreas verdes y silenciosas, entre otros).

Planificación urbanística

Las ciudades diseñadas para las personas -con espacios acotados, zonas verdes y azules y con el transporte público como eje principal- permiten desplazamientos más seguros, fáciles, agradables y una vida más saludable.

"Los pequeños cambios son poderosos"

A medida que tomamos conciencia de cómo mejorar nuestra salud medioambiental también vemos que queda mucho trabajo por hacer. Es importante tomar perspectiva e ir sumando pequeños cambios que estén a nuestro alcance.

Acrónimos

- ACV. Accidente cerebrovascular.
- ADN. Ácido desoxirribonucleico.
- ALARA. As Low As Reasonably Achievable. Tan bajo como sea razonablemente posible.
- APA. American Psychology Association. Academia Americana de Psicología.
- ASPCAT. Agencia de Salud Pública de Catalunya.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
- AVAD. Años de vida ajustados en función de la discapacidad.
- BPA. Bisfenol A.
- CBCT. Cone Beam Computed Tomography. Tomografía computarizada de haz cónico.
- CO. Monóxido de carbono.
- CO_2. Dióxido de carbono.
- COP. Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- COV. Compuestos Orgánicos Volátiles.
- CPA. Climate Psychology Alliance. Alianza Psicológica Climática.
- DALYS. Disability Adjusted Life Years. Años de vida ajustados por discapacidad.
- dB. Decibelio.
- DDE. Dicloro difenil dicloroetileno.
- DDT. Dicloro difenil tricloroetano.
- DI. Discapacidad Intelectual
- DSM. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales.
- EEA. European Environment Agency. Agencia Europea del Medio Ambiente.
- EPOC. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- HAPs. Hidrocarburos aromáticos policíclicos
- HRW. Human Rights Watch. Observatorio de Derechos Humanos.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer.
- IHME. Institute for Health Metrics and Evaluation.

- IL-6. Interleucina-6.
- IMC. Índice de Masa Corporal.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- ISO. International Organization for Standardization. Organización Internacional para la Estandarización.
- kV. Kilovoltio.
- LAR: Lifetime Attributable Risk. Riesgo atribuible a lo largo de la vida.
- LBR. Lifetime Baseline Risk. Riesgo base a lo largo de la vida.
- LCD. Liquid Crystal Display. Monitor de cristal líquido.
- mA. Milliamperio.
- NO_2. Dióxido de nitrógeno.
- NRD. Niveles de referencia para el diagnóstico.
- O_3. Ozono.
- ODS. Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- OMS. Organización Mundial de la Salud.
- ONG. Organización no gubernamental.
- PBBs. Polibromodifenilos.
- PBDE. Éteres de polibromodifenil.
- PCBs. Policlorobifenilos.
- PCR: Proteína C-reactiva.
- PET. Positron Emission Tomography. Tomografía por emisión de positrones.
- PFAS. Per- and polyfluoroalkyl substances. Sustancias perfluoroalquiladas.
- PFOAs. Ácido perfluorooctanoico.
- PFOS. Sulfonato de perfluorooctano.
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PM. Particulate matter. Material particulado.
- PVC. Policloruro de vinilo.
- RC. Radiografía computarizada.
- RD. Radiografía digital.
- REM. Rapid Eye Movement. Movimiento Rápido del Ojo.
- RM. Resonancia magnética.
- RSPB. Royal Society for The Protection of Birds. Real sociedad para la protección de pájaros.
- SAPEA. Science Advice for Policy by European Academies.

- SDC. Sistema de apoyo a la decisión clínica.
- SO_2. Dióxido de azufre.
- SINAC. Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo.
- SPECT. Single photon emission computed tomography. Tomografía computada por emisión monofotónica.
- TC. Tomografía computarizada.
- TDAH. Trastorno por déficit de atención con hiperactividad.
- TDN. Trastorno por déficit de naturaleza.
- TEA. Trastorno del espectro del autismo.
- TEAF. Trastornos del espectro alcohólico fetal.
- THM. Trihalometanos.
- TNF. Tumor necrosis factor. Factor de necrosi tumoral.
- UE. Unión Europea.
- UFP. Partículas ultrafinas.
- UNICEF. United Nations International Children's Emergency Fund. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
- UPA. Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos.
- USMAP. Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica.
- VCUG. Voiding cystourethrography. Cistouretrograma miccional.
- WWF. World Wide Fund for Nature. Fondo Mundial para la Naturaleza.

Alrededor de una cuarta parte de la carga de morbilidad en los niños y niñas está relacionada con factores de riesgo ambientales prevenibles, como la contaminación del aire, el cambio climático, los productos químicos tóxicos, el agua insalubre, el saneamiento y la higiene.

Es esencial que los proveedores de atención sanitaria puedan reconocer, valorar, manejar y prevenir enfermedades relacionadas con el medio ambiente en los niños y gestantes. Como miembros importantes y reconocidos en sus comunidades, los proveedores de salud también desempeñan un papel esencial en la promoción de políticas ambientales centradas en la salud que protegerán a los niños y niñas de la exposición a los riesgos ambientales.

Con este Informe, el Hospital Sant Joan de Déu Barcelona pretende sensibilizar y ofrecer orientaciones para reducir el impacto vinculado a los factores de riesgo ambiental prevenibles.

Dra. María Neira

Directora del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente en la Organización Mundial de la Salud (OMS).

SJD Sant Joan de Déu
Barcelona · Hospital