

L'ambient i el seu impacte en la salut maternoinfantil: a què ens enfrontem?

Una crida a la reflexió i a la sensibilització

Amb la
col·laboració de la
Dra. Maria Neira
Directora del Departament
de Salut Pública i Medi Ambient
a l'Organització Mundial
de la Salut (OMS).

<https://faros.hsjdbcn.org>

© 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/ca>

L'ambient i el seu impacte en la salut maternoinfantil: a què ens enfrontem?
Una crida a la reflexió i a la sensibilització

Barcelona: Hospital Sant Joan de Déu (ed).

Disponible a: <https://faros.hsjdbcn.org/ca>

300 pàgs, 16,5 cm x 23,5 cm

ISBN: 978-84-09-40613-5

D. L.: B 9266-2022

Impressió: GRAMAGRAF sccl

Faros Sant Joan de Déu (<https://faros.hsjdbcn.org/>) és la plataforma de promoció de la salut i el benestar infantil de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Ens dirigim principalment a mares i pares que tenen interès en rebre informació de qualitat respecte la salut i benestar de les seves filles i fills. Així mateix, Faros es dirigeix també a personal de docència i altres cuidadors i professionals, especialment en el camp de la salut i l'educació.

La nostra missió és proporcionar informació i oferir tot el nostre coneixement per **fomentar valors i hàbits saludables**. Comptem amb la col·laboració i revisió dels professionals de l'Hospital i, per tant, garantim la màxima qualitat dels continguts que publiquem.

A Faros trobaràs **més de 1.000 consells de salut** classificats en cinc grups diferents d'edat i temàtiques variades, des de l'alimentació fins a informació sobre malalties o sobre el comportament i l'aprenentatge.

A més, Faros posa al teu abast una secció amb interessants recursos que us serviran per transmetre hàbits i valors saludables a nenes i nens de manera amena i divertida.

Tots els documents realitzats i publicats per Faros estan disponibles i de lliure accés a <http://faros.hsjdbcn.org/>.

Direcció:

Jaume Pérez Payarols

Coordinador:

Arian Tarbal

Comitè Assessor:

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

Revisors:

Anna Bosque

Paula Cañal

Rosana Basurto

També ens trobaràs a les xarxes socials:



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



https://twitter.com/sjdbarcelona_es



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

L'ambient i el seu impacte en la salut dels infants: a què ens enfrontem?

Una crida a la reflexió i a la sensibilització

Coordinadors:

- **Juan José García.** Cap del Servei de Pediatria. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Quique Bassat.** Pediatre i epidemiòleg, PhD, MD. Director del Programa de Malària. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal), Hospital Clínic – Universitat de Barcelona. Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM), Maputo, Moçambic. ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid. Unitat de Malalties Infeccioses Pediàtriques. Servei de Pediatria. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Jordi Sunyer.** Professor investigador i cap del Programa d'Infància i Medi Ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Marcelo Andrade.** Pediatre consultor responsable de consultes externes de Pediatria General de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Referent Clínic del Programa Vincles amb Primària de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Arian Tarbal.** *Project manager* del Departament d'innovació i investigació i Coordinador de Faros, el canal de promoció de salut i benestar de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Autors i autores: (per ordre d'aparició)

- **Sara Ajanovic.** Pediatra, predoctoral *fellow*, MD, investigadora en malalties infeccioses pediàtriques. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal) i Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Moçambic).
- **Rosauro Varo.** Pediatre, PhD, MD, investigador en malalties infeccioses pediàtriques. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal) i Centro de Investigação em Saúde de Manhiça (CISM, Moçambic).
- **Marisa Gaioli.** Pediatra i especialista en Salut Infantil i Ambient. Secretària del Comitè de Salut Infantil i Ambient de la Societat Argentina de Pediatria. Coordinadora de la Unitat Pediàtrica Ambiental de l'Hospital de Pediatria Dr. Juan P Garrahan de Buenos Aires i Docent Auxiliar de la Càtedra de Pediatria de la Facultat de Medicina de la Universitat de Buenos Aires, Argentina.
- **Paula de Prado.** Investigadora predoctoral dins del Programa d'Infància i Medi ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Martine Vrijheid.** Professora investigadora involucrada en el Programa d'Infància i Medi Ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

- **Payam Dadvand.** Professor investigador involucrat en el Programa de Contaminació Atmosfèrica, Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Lola Gómez.** Obstetra i ginecòloga. Cap del Servei d'Obstetrícia i Ginecologia. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Aritz Aranbarri.** PhD. Neuropsicòleg clínic infantil. Facultatiu especialitzat en TEA i neurodesenvolupament primerenc. UnimTEA - Unitat multidisciplinària del Trastorn de l'Espectre de l'Autisme. Àrea de Salut Mental. Servei de Psiquiatria i Psicologia Infantil i Juvenil. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona i Institut de Recerca Sant Joan de Déu.
- **Cristina Villanueva.** Investigadora, experta en qualitat i salut de l'aigua. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Miguel Lanasa.** Pediatre. Servei de Pediatria de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Ariadna Curto.** Epidemiòloga ambiental. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Natalia Ortega.** Coordinadora de projecte. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Cathryn Tonne.** Epidemiòloga ambiental. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Isabelle Thierry-Chef.** PhD. Cap del grup sobre les exposicions mèdiques a la radiació. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.
- **Elisabeth Cardis.** Professora de Recerca. Cap del programa sobre radiacions. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.
- **Mar Pérez-Peña.** Metgessa. Cap de Servei de Radiologia. Hospital Álvarez-Buylla. Mieres (SESPA). Astúries.
- **María del Rosario Pérez.** Metgessa. Unitat Radiacions i Salut (RAD). Afilació a l'Organització Mundial de la Salut (HEP/ECH/RAD) en el moment de la submissió de l'Informe.
- **José Juan Rodríguez.** PhD. Catedràtic d'Universitat. Àrea de Nutrició i Bromatologia. Facultat de Veterinària. Campus UAB. Universitat Autònoma de Barcelona.
- **Ujué Fresán.** Farmacèutica. Màster en Salut Pública i doctora en biomedicina. Investigadora postdoctoral en dietes sostenibles. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Natalia Egea.** Dietista-nutricionista pediàtrica del Servei de Gastroenterologia, Hepatologia i Nutrició pediàtrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **María Dolores García.** Dietista-nutricionista pediàtrica del Servei de Gastroenterologia, Hepatologia i Nutrició pediàtrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Isabel Pérez.** Dietista-nutricionista, tecnòleg alimentari, experta en comunicació. Responsable Nutrició i Salut. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.
- **Antoni Torres.** Dietista-nutricionista i economista. Responsable Nutrició i Sostenibilitat. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.

- **Alicia Palmero.** *Assistant* Sostenibilitat. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.
- **Mark Nieuwenhuijsen.** Professor investigador. Director de la Iniciativa de Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut, i cap del Programa de Contaminació Atmosfèrica i Entorn Urbà. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).
- **Mònica Ubalde.** Investigadora Postdoctoral. Iniciativa de Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut. Programa de Contaminació Atmosfèrica i Entorn Urbà. Institut de Salut Global (ISGlobal).
- **Juan Antonio Ortega-García.** Pediatre Mediambiental i coordinador del Comitè de Salut Mediambiental de l'Associació Espanyola de Pediatria.
- **Estefania Aguilar-Ros.** Pediatre Mediambiental, Unitat de Salut Mediambiental Pediàtrica (PEHSU-Múrcia). Environment and Human Health Lab. Hospital Clínic Universitari Virgen de la Arrixaca Múrcia.
- **Francisco Díaz.** Ambientòleg i investigador en el Projecte Ecosistemes Saludables, Neurodesenvolupament Saludable. Pla Nacional de Drogues. Regió de Múrcia.
- **Ferran Campillo.** Pediatre. Unitat de Salut Mediambiental Pediàtrica. Hospital d'Olot. Girona.
- **Rebecca Ramis.** Investigadora en epidemiologia ambiental i del càncer. Institut de Salut Carlos III. Madrid.
- **Marta Torra.** Psicòloga. Especialista en gestió emocional i ansietat. Cofundadora de la Associació Sentim.
- **Elena Codina.** Pediatra. Servei de Nefrologia Infantil i Trasplantament Renal. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Revisors:

- **Anna Bosque.** *Project manager* de l'Escola de Salut.. Direcció de Planificació i Suport a la Gestió
- **Paula Cañal.** *Project manager* del Departament d'innovació i investigació i de Faros, el canal de promoció de salut i benestar de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.
- **Rosana Basurto.** Tècnica en desenvolupament de projectes de l'Escola de Salut. Direcció de Planificació i Suport a la Gestió.

Il·lustracions i disseny gràfic:

- **Laura Baena.** Dissenyadora gràfica.

I amb l'especial col·laboració de:

- **María Neira.** Directora del Departament de Salut Pública i de Medi Ambient a l'Organització Mundial de la Salut (OMS).

Cada cop queda més clar que la nostra salut i la dels nostres nens no es pot deslligar del entorn en el que vivim. Més enllà dels determinants orgànics i biològics de les malalties, la nostra exposició a toxines i altres factors ambientals amenaça el fràgil equilibri entre una vida saludable o una mala salut. Malauradament, molta de l'evidència que s'ha anat generant en els darrers anys també indica que les noves generacions que ara neixen - així com especialment les dones embarassades - seran les més afectades en el futur, essent sempre la infància la més vulnerable a les noxes ambientals.



Així, l'exposició a la contaminació atmosfèrica, metalls i metal·loides, contaminants orgànics, pesticides i altres agents químics, plàstics, soroll, o radiacions ionitzants entre molts d'altres, són factors de risc ben establerts per a la salut física i psico-afectiva dels nadons, infants i adolescents, tot i que segueixen sent molt poc coneguts a nivell de la població general.

Mitjançant el present Informe esperem contribuir a **visibilitzar els factors de risc i efectes en la salut dels principals factors mediambientals**. Això ens permetrà entendre'ls millor, i poder establir estratègies individuals i sobre tot poblacionals per protegir millor el futur de la nostra espècie.

En les següents pàgines trobareu capítols específics que descriuen els principals factors de risc mediambientals i pautes d'actuació preventives que poden fomentar un correcte desenvolupament dels infants i frenar o retardar l'aparició d'eventuals problemes de salut relacionats amb aquests. Esperant que us sembli interessant i que gaudiu tant com ho hem fet nosaltres preparant-ho!

Índex

Pròleg	9
Introducció.....	11
1. Vulnerabilitat dels infants i impacte del canvi climàtic en la salut infantil.....	15
2. Introducció a l'impacte dels factors de risc ambiental en la salut infantil.....	33
3. Exposicions a riscos ambientals durant l'embaràs.....	61
4. Des de la prevenció de neuro tòxics ambientals, a la promoció del neurodesenvolupament infantil	101
5. Impacte de la contaminació de l'aigua	131
6. Com ens afecta la contaminació acústica?.....	147
7. Contaminació atmosfèrica i exposició durant la infància.....	159
8. Prevenció de l'exposició dels nens a les radiacions ionitzants en les pràctiques mèdiques	181
9. Seguretat alimentària en un entorn domèstic canviant	199
10. Et preocupa el medi ambient? Canvia la teva alimentació	215
11. Quin paper tenen les grans companyies del sector alimentari per adaptar-se als nous reptes de sostenibilitat?	233
12. Les ciutats i la salut infantil	237
13. Contacte amb la natura i salut de la infància i adolescència.....	257
14. Afectacions emocionals del canvi climàtic en els nens i adolescents. La solastàlgia i l'ecoansietat.....	279
Decàleg	295
Acrònims	297

Pròleg

Juan José García García

Cap de Servei de Pediatria. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Professor agregat. Universitat de Barcelona.

Probablement els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), aprovats per l'Organització de Nacions Unides (ONU) el 2015, són el millor i únic camí que cal seguir per aconseguir una societat més justa i més lliure. Diversos d'aquests objectius, per no dir tots, atès que estan íntimament interconnectats, fan referència a la protecció del planeta per protegir la nostra salut i la dels nostres infants i adolescents. No en va, les condicions socioeconòmiques, culturals i mediamambientals es reconeixen com un dels nivells dels factors determinants de la salut que, juntament amb els hàbits i els estils de vida, més influeixen sobre la salut de l'individu, per sobre dels determinants genètics.

És un fet demostrat, malgrat múltiples veus influents amb interessos econòmics evidents, que estem vivint una situació d'emergència climàtica. Aquesta situació repercuteix de forma greu en la salut, i els nens i nenes són els que poden patir més conseqüències, per la seva vulnerabilitat i més temps d'exposició en comparació amb les generacions passades. D'aquesta manera, si en les darreres dècades hem experimentat una millora de la salut, de les condicions de vida i de l'esperança de vida com no s'havia vist mai, correm el risc que les generacions futures tinguin menys salut, siguin més pobres, gaudeixin de menys equitat i visquin menys que nosaltres mateixos.

La part positiva és que encara estem a temps d'invertir la tendència. Però per això cal produir un canvi d'actitud. I és que l'alternativa és encaminar-nos cap a un futur que no és incert en absolut sinó tot al contrari, ja que segur que tindrà conseqüències molt negatives a tots els nivells, com de fet ja estem observant amb nombrosos exemples. I diria molt poc positiu de nosaltres, deixant una herència molt difícil de gestionar per a les generacions futures.

Aquest Informe FAROS pretén ser una presa de consciència de les amenaces esmentades perquè així, responsables polítics, organitzacions i individus passem de la comprensió dels riscos a l'acció. És la proposta d'entrar de ple a la *Dècada d'Acció* que proposa l'ONU per assolir, o quedar-nos a prop, de la consecució dels ODS el 2030. Al llarg d'aquesta monografia els diferents experts exposen clarament les conseqüències que les alteracions ambientals tenen sobre la salut global i sobre la salut infantil en particular. Ofereixen a més recomanacions i plantegen propostes útils per contrarestar els efectes nocius de tòxics ambientals o de les circumstàncies de la vida diària que poden ser perjudicials per a la salut.

En promoure aquest Informe, l'Hospital Sant Joan de Déu es posiciona en aquest tema i, com a institució compromesa a aconseguir un món millor i una societat més justa i sana, contribueix a aportar coneixement i fonaments científics al camp emergent de la salut ambiental.

Hem de prendre consciència que tots formem part del problema, però també de la solució. Ho hem de fer ara i ho hem de fer bé, per protegir-nos a nosaltres mateixos i en especial a nens, nenes i adolescents, presents i futurs.

Barcelona, 10 d'octubre de 2022

Introducció

Quique Bassat i Jordi Sunyer

Autors i coordinadors de l'Informe

Prenent consciència de les noves amenaces per a la salut infantil

Les darreres cinc dècades han suposat, a nivell global, una veritable revolució per a la salut infantil, passant dels més de disset milions de morts anuals a la dècada dels setanta, als aproximadament 5,2 milions que es van produir l'any 2020. No obstant això, aquest progrés impressionant ha de ser matisat, ja que segueixen existint diferències significatives relacionades amb les regions geogràfiques. Les reduccions de mortalitat infantil han estat comparativament modestes als països d'ingressos baixos i mitjans, que ara representen fins al 99 % de totes les morts infantils anuals, un recordatori dolorós de les moltes inequitats que afecten la salut global. En aquest context, i tot just començant a superar la crisi sanitària global causada per la pandèmia de COVID-19, val la pena recordar els múltiples desafiaments a què s'enfronten encara avui els nens i s'enfrontaran els propers anys les noves generacions que neixen. El concepte de salut ha anat ampliant-se i actualitzant-se de forma natural en els darrers anys, i la prevenció i anticipació de possibles riscos que abans passaven relativament desapercebuts, comença a tenir la importància que es mereix realment.

En aquest nou informe temàtic de FAROS, presentem catorze capítols relacionats amb el tema conductor "Ambient i Salut Infantil", amb l'objectiu de produir una visió àmplia i complementària d'alguns nous desafiaments per a la salut infantil. Donar-los visibilitat és un primer pas per reconèixer la seva importància, i poder planejar com millor prevenir-ne les conseqüències.

En el primer article, Sara Ajanovic i altres autors, descriuen la vulnerabilitat especial que els nens tenen, en comparació amb els adults, davant les conseqüències del canvi climàtic, i com els que més ho patiran són aquells que neixen avui en països de mitjana i baixa renda. En aquests països, on el creixement poblacional continua disparat, es concentraran -en només una generació- les ciutats més poblades del planeta, així com els nivells de pobresa més grans.

El canvi climàtic és doncs una amenaça real i tangible per a molts dels avenços aconseguits – lentament i dolorosament – en salut infantil, incloent la disminució de la mortalitat, i els pediatres, principals garants de la salut infantil, han d'encapçalar la lluita per visibilitzar i reduir aquesta amenaça tan real però tan poc present en el nostre dia a dia.

En el segon capítol, Marisa Gaioli analitza l'impacte dels factors de risc ambiental en la salut infantil, posant èmfasi en la importància de garantir un ambient salubre i exempt de riscos a la llar on creixen, a les escoles on estudien i aprenen, als patis, parcs i jardins on juguen i en tots aquells espais on sociabilitzen i trien per desenvolupar-se en plenitud. L'incessant deteriorament de l'ambient a tot el món contribueix a la càrrega de malalties que afecten els nens, i conèixer detalladament quins són els riscos a què s'exposen, i quines recomanacions podem proposar per mitigar-los, pot ajudar a minimitzar-ne l'impacte.

En el tercer capítol, Paula de Prado, juntament amb altres autors, descriuen i analitzen els riscos ambientals (contaminació atmosfèrica, metalls i metal·loides, contaminants orgànics persistents, pesticides i agents químics, o soroll, entre d'altres) a què s'exposen les dones gestants i els fetus durant l'embaràs. Aquesta exposició durant un moment de gran vulnerabilitat individual pot tenir conseqüències perjudicials per a la salut, metabolisme, neurodesenvolupament i funció respiratòria i immunitària del nadó que van molt més enllà del període perinatal, podent fins i tot persistir fins l'edat adulta, i requeriran mesures de protecció específiques per a la seva protecció especial, així com la implicació de tota la societat, intervencions per part de la salut pública i incrementar la consciència de la població de manera activa i inclusiva.

En el quart capítol, Aritz Aranbarri i Marcelo Andrade aprofundeixen en la vulnerabilitat prenatal i postnatal primerenca del cervell en desenvolupament per aprofundir en els riscos dels neurotòxics ambientals i el seu potencial impacte en el neurodesenvolupament, procés que té lloc fonamentalment durant la primera infància, infantesa i adolescència.

En el cinquè capítol, Cristina Villanueva ens parla dels riscos associats al consum i utilització de l'aigua, una necessitat bàsica i un dret universal de les persones. A més de ser vehicle de múltiples agents patògens, la contaminació de l'aigua és responsable d'una important morbimortalitat a nivell global. Així mateix, el capítol descriu els desafiaments encara existents relacionats amb l'accés i la disponibilitat d'aigua segura, on prop d'una quarta part de la població mundial (uns 2.200 milions de persones) segueixen sense accés, i uns 3.000 milions no tenen serveis necessaris per a la higiene de mans a casa, unes xifres molt preocupants que ens allunyen d'aconseguir l'Objectiu de Desenvolupament Sostenible que té com a meta assolir el 2023 l'accés universal a l'aigua segura i el sanejament per a tothom.

En el sisè capítol, Miguel Lanaspá es fixa en la contaminació acústica i els riscos físics, psíquics i per a l'aprenentatge que el soroll comporta per a la salut del nen, un factor de risc relativament mal explorat fins ara.

Al següent capítol, Ariadna Curto i altres autors descriuen els riscos associats a l'exposició a la contaminació atmosfèrica durant la infància. La contaminació de l'aire inclou la barreja complexa de partícules sòlides i líquides suspeses a l'aire i de gasos que tenen efectes nocius sobre la nostra salut i sobre el medi ambient; essent les fonts de contaminació naturals (per exemple, l'erupció d'un volcà, un incendi forestal o la pols del desert del Sàhara) o antropogèniques (per exemple, el trànsit terrestre i marítim). A nivell mundial, el 93 % de la població infantil viu en entorns amb uns nivells de contaminació atmosfèrica per sobre de les directrius de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), i és fonamental visibilitzar i conscienciar els pediatres i altres professionals de la salut que treballen amb la població infantil dels importants riscos associats a aquesta exposició, sobretot pel que fa a la salut respiratòria.

Al següent capítol, Isabelle Thierry-Chef, juntament amb altres autors, discuteixen els riscos associats a l'exposició a radiacions ionitzants en els nens durant les pràctiques mèdiques. L'ús de la radiació amb finalitats mèdiques és la font d'exposició més gran a la radiació creada per l'ésser humà actualment. Els avenços en les tecnologies que utilitzen radiació ionitzant han generat un augment cada cop més gran del nombre d'aplicacions clíniques en el diagnòstic i el tractament de les malalties humanes, però com a efecte col·lateral de l'ús estès d'aquestes tecnologies a tot el món, ha suposat un augment important de l'exposició a dosis amb efectes potencialment perjudicials per a la salut, particularment en l'edat pediàtrica. Els autors proposen uns principis generals d'optimització, tenint en compte que els riscos de radiació per als procediments de diagnòstic per imatges són generalment petits, i que el benefici per a la salut de la informació que produeix aquests procediments sol ser gran.

En el novè capítol, José Juan Rodríguez ens parla de la seguretat alimentària i dels riscos associats al consum d'aliments en un entorn domèstic canviant. En el desè capítol, Ujué Fresán, Natalia Egea i María Dolores García aborden l'impacte de la dieta al medi ambient. És evident que no tots els aliments tenen el mateix impacte al medi ambient, i les eleccions nutricionals i dietètiques a títol individual, amb dietes que siguin saludables, poden conduir a canvis positius mediambientals. Així mateix, en els capítols deu i onze, s'aborda la importància de reduir el malbaratament alimentari com a estratègia fonamental per a una reducció significativa de les emissions de gasos d'efecte hivernacle que es produeixen a nivell mundial.

En el dotzè capítol, Mark Nieuwenhuijsen i Mònica Ubalde se centren en analitzar el rol de les ciutats en la salut infantil. Actualment, la majoria de persones i nens

viuen en ciutats, però, en moltes, amb una planificació del sòl i transport urbans que dista molt de ser òptima, que comporta la contaminació d'aire, soroll, l'efecte illa de calor i la manca de zones verdes, cosa que, en conjunt, és perjudicial per a la salut. Millores en la planificació i el transport urbans com el pas del trànsit motoritzat privat al transport públic i actiu o el reverdiment de les ciutats redundaran en una millor qualitat mediambiental urbana per als nens i milloraran, per tant, la seva salut, benestar i interaccions socials.

En el tretzè capítol, Juan Antonio Ortega-García i col·laboradors reflexionen sobre els beneficis que aporta el contacte amb la naturalesa a la salut infantil i dels adolescents, i sobre temes com la pobresa ambiental, o la naturalització dels serveis de salut.

Finalment, en l'últim capítol, la psicòloga Marta Torra escriu sobre les afectacions emocionals del canvi climàtic en els nens i adolescents, permetent que ens familiaritzem amb conceptes com la solastàlgia i l'ecoansietat, i proposant consells perquè els pares detectin aquests trastorns en els seus fills i com afrontar-los millor.

Sens dubte, aquest nou informe temàtic arriba en un bon moment, en què queda clar que la salut humana, i en especial la salut infantil no es pot deslligar de la salut del planeta. Quan la transformació global del planeta per l'activitat humana, i en concret l'emergència climàtica, crea desafiaments complexos en la salut dels infants i els adolescents. L'informe permetrà als lectors familiaritzar-se amb temes molt diversos que tenen tots en comú el medi ambient i l'exposició a factors de risc individuals i sistèmics per a la salut infantil i de l'adolescent. Confiem que aquesta col·lecció de capítols ens faci reflexionar sobre la importància de cuidar el nostre planeta, i disminuir aquells problemes identificats com a riscos prevenibles per a la salut de les noves generacions, a partir de l'aplicació d'intervencions equitatives i sostenibles, com ara un comerç mundial d'aliments just i sostenible o una nova planificació i disseny urbà sostenible.

1. Vulnerabilitat dels infants i impacte del canvi climàtic en la salut infantil

Sara Ajanovic

Pediatra, predoctoral fellow, MD, investigadora en malalties infeccioses pediàtriques. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal) i Centro de Investigaçã em Saúde de Manhiça (CISM, Moçambic).

Rosauro Varo

Pediatre, PhD, MD, investigador en malalties infeccioses pediàtriques. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal) i Centro de Investigaçã em Saúde de Manhiça (CISM, Moçambic).

Quique Bassat

Pediatre i epidemiòleg, PhD, MD. Director del Programa de Malària. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal), Hospital Clínic – Universitat de Barcelona. Centro de Investigaçã em Saúde de Manhiça (CISM), Maputo, Moçambic. ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid. Unitat de Malalties Infeccioses Pediàtriques. Servei de Pediatria. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

La crisi climàtica global, potser la major amenaça per a la supervivència humana en un futur proper, afectarà desproporcionadament la salut dels nens i nenes, i més concretament, dels nascuts en entorns limitats per recursos, tant dins com fora del nostre país. Com a societat, no podem ser espectadors passius davant el que s'ha descrit com una emergència climàtica, i hem de ser conscients dels perills que tenim per davant per actuar tant individualment com col·lectivament. I en particular, nosaltres, com a pediatres, tenim una responsabilitat professional i moral per garantir la salut dels nens i nenes d'avui, però també dels nens i nenes que naixeran les properes dècades. Per tot això, cal mobilitzar-se ara i prendre les mesures necessàries per mitigar l'impacte d'aquesta crisi en la salut infantil.

Què és el canvi climàtic?

El canvi climàtic es pot definir com la variació a llarg termini de la temperatura i els patrons meteorològics típics en una zona determinada del planeta o en el seu conjunt. Es tracta d'una amenaça creixent i sense precedents en la història de la humanitat, i les seves conseqüències són cada vegada més evidents per a l'ésser humà: epidèmies, desastres naturals, desplaçaments massius de poblacions o escassetat de recursos essencials, com aliments i aigua, són només algunes d'elles.



La crisi climàtica global afectarà de manera desproporcionada la salut dels nens i nenes, especialment dels que viuen en entorns amb recursos limitats.

Segons l'informe del Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament 2018, el món ha experimentat un augment de temperatura d'1 °C per sobre dels nivells preindustrials, i el nivell del mar ha augmentat uns 20 cm des de 1880. Des de mitjan segle XIX, el creixement de les temperatures mitjanes ha estat exponencial i continu. Aquest creixement s'ha accelerat en els últims temps; per posar un exemple, el mar Mediterrani ha augmentat entre 2,4 i 8,7 mil·límetres anuals des dels anys 90 del segle XX. A Espanya, això s'ha traduït en un augment de les regions costaneres amenaçades per l'augment del mar, incloses les províncies de Barcelona, València, Guipúscoa, Màlaga i Cadis. Aquest augment del nivell del mar posarà en risc els més de dos milions de nens i adolescents que viuen en aquestes zones.

D'altra banda, s'espera que el canvi climàtic tingui un impacte negatiu en els determinants ambientals i socials de la salut. Ja hi ha evidència, a dia d'avui, d'algunes d'aquestes conseqüències. A nivell mundial, s'esperen més desastres naturals, i un bon exemple és el cicló Idai, que va arrasar el centre de Moçambic el 2019. Però també assistim a greus inundacions, tempestes, onades de calor i sequeres, així com brots de malalties infeccioses i no infeccioses difícils de prevenir i que sovint afecten diversos entorns geogràfics en els quals rarament s'han produït en el passat. Exemples d'això són la recent epidèmia de Zika en aquells llocs on el seu mosquit transmissor ha aconseguit expandir-se, els brots del dengue que cada vegada s'han estès més a tot el món -fins i tot alguns casos autòctons a Espanya-, o els brots d'ebola que s'han repetit a l'Àfrica Central en les últimes dècades. Però, sobretot, la pandèmia provocada pel nou coronavirus SARS-Cov2 és un gran exemple del poder de les malalties infeccioses a les quals no estem acostumats a modificar radicalment i impactar el nostre *modus vivendi* tal com el coneixem. Aquesta pandèmia ha posat de manifest de forma clara la fragilitat del nostre sistema de salut global, donant-nos una idea de com ens poden afectar en el futur brots imprevisibles de malalties emergents.



Per tant, les conseqüències de la crisi ens afectaran directament, i s'espera, per exemple, que a Europa en general i a Espanya en particular les sequeres es facin més freqüents. A més, hi haurà increments de pluges torrencials durant la temporada d'hivern, el nivell del mar continuarà augmentant i hi haurà un major nombre d'inundacions. Aquests canvis, cada vegada més ràpids, afectaran el teixit econòmic i social del nostre país i de la resta de països del món amb un impacte significatiu en la producció o el comerç agrícola. Aquest ritme accelerat de canvi climàtic, que justifica bé la seva classificació com a emergència global, requereix respostes concretes, eficaces i immediates. "Acció climàtica" és, en efecte, el tretzè Objectiu de Desenvolupament Sostenible (ODS), formulat per l'Organització Mundial de la Salut (OMS).

Davant d'aquest context, ja hi ha mesures que requeriran la implicació i un alt grau de compromís de la nostra societat. L'Acord de París, pactat en el marc de la Convenció de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, es va acordar el 2015, es va obrir per a la seva signatura el 2016 i va entrar en vigor el 2020 (quan va finalitzar el Protocol de Kyoto). Negociat pels 195 països membres de la XXI Conferència sobre el Canvi Climàtic (COP 21) s'estableixen mesures per a la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (mitjançant la mitigació, adaptació i resiliència dels

ecosistemes que afecten l'escalfament global). Aquest acord reconeix per primera vegada l'estret vincle entre el canvi climàtic i la infància. Inclou el reconeixement que els països, "a l'hora d'implementar els seus plans d'acció climàtica, han de promoure i assegurar les seves obligacions de protecció dels drets humans, inclosos els drets de les persones migrants, els infants, les persones amb discapacitat i promoure la igualtat entre homes i dones, així com l'equitat intergeneracional".

L'Acord de París va fixar com un dels seus principals objectius, reduir els efectes del canvi climàtic sobre la salut humana, no superar un límit de 2 °C de temperatura per sobre dels nivells preindustrials. Això es deu al fet que, a partir de l'augment de 2 °C de la temperatura mitjana a nivell global, la capacitat d'adaptació de la humanitat als seus efectes és limitada. Un exemple d'això és que s'estima que, amb aquest augment, el nivell del mar augmentaria de manera que dificultaria de forma irreversible les condicions de vida de més de 130 milions de persones. A Espanya, si seguim pel mateix camí, s'espera que el 2040 el litoral retrocedeixi tres metres a la costa cantàbrica, Galícia i nord de les Illes Canàries; i que el litoral mediterrani pugui patir pèrdues de més de dos metres a les zones properes a Cadis.

Tenint en compte aquestes prediccions, ens trobem en una cruïlla on tenim l'opció de prendre dos camins molt diferents: ja sigui "seguir el camí actual" o redirigir completament els esforços cap a un futur "molt per sota dels 2 °C". I sembla que no hem pres la direcció correcta. Tant és així, que l'últim informe de la prestigiosa revista científica *The Lancet* sobre el canvi climàtic ha afirmat: "el món està seguint el camí de "continuar com abans" i això ens portarà a un món profundament alterat en el qual la vida de cada infant nascut es veurà substancialment afectada". El mateix informe recomana que, si seguim pel mateix camí, arribarem a un augment de la temperatura global de 4 °C l'any 2100.

La lluita contra el canvi climàtic requereix mecanismes, polítiques i eines d'adaptació nacional i local, en un esforç de planificació participativa i inclusiva per part de tots els actors de la societat, començant per les nostres accions individuals. Només si actuem avui de manera ferma i decidida podem garantir un demà sostenible i pròsper per als infants i adolescents del nostre país i de la resta del món.



Si seguim el camí actual, s'espera arribar a un augment de la temperatura global de 4°C l'any 2100. A partir dels 2°C, les conseqüències seran immanejables per a la humanitat.



Camps inundats després de la caiguda de pluges torrencials a Maragra, Moçambic, 2019.

Com afecta als infants?

No hi ha dubte que els infants d'avui seran les persones més afectades pel canvi climàtic. S'estima que els nens menors de cinc anys patiran el 88 % de la càrrega de malaltia atribuïble al canvi climàtic, afectant directament la seva qualitat de vida en els propers anys. És lògic deduir que els efectes que el canvi climàtic tindrà sobre un nen nascut avui seran molt més grans que els que patirà una persona que actualment té seixanta-cinc anys. Això es deu al fet que viurà més temps exposat als efectes del canvi climàtic, i per cada any que passa hi haurà més "conseqüències acumulades". Si aquestes dues persones viuen vuitanta-cinc anys, el nen haurà estat exposat durant vuitanta-cinc anys, mentre que el de seixanta-cinc anys haurà estat exposat durant només dues dècades. I, seguint el mateix exemple, quan aquest nen nascut tingui seixanta-cinc anys, el seu estat de salut serà pitjor -a causa del canvi climàtic- que el de l'humà que els compleix avui.

D'altra banda, els nens són més vulnerables als efectes del canvi climàtic simplement perquè són nens. Moltes raons biològiques diferents contribueixen a això i a continuació n'assenyalarem només algunes d'elles:

- **Immunitat durant la infància.** El seu sistema immunitari no es desenvolupa de manera autònoma fins més enllà de l'any de vida, i fins a la finalització del calendari de vacunació no tenen protecció contra moltes malalties infeccioses.
- **Metabolisme durant la infància.** Les seves necessitats nutricionals s'incrementen pel fet que s'estan desenvolupant, i la manca de nutrients adequats en la infància pot comportar conseqüències que es manifesten al llarg de la vida.
- **Les "finestres de vulnerabilitat" fisiològiques** o etapes en què són més sensibles a factors externs - més vulnerables com més immadurs, sent el màxim risc durant la seva vida intrauterina (durant l'embaràs) i els primers mesos de vida. Per exemple, la barrera hematoencefàlica, que protegeix el sistema nerviós de toxines i infeccions, és immadura durant aquestes etapes, la qual cosa facilita que qualsevol agent nociu tingui més facilitat per penetrar al cervell.
- **Els nens consumeixen proporcionalment més energia i nutrients que els adults**, ja que respiren més aire, beuen més aigua i mengen més aliments en proporció al seu pes, de manera que qualsevol canvi en aquests factors els afectarà més que a un adult.
- **La dieta i els patrons de comportament** s'han d'adaptar a les diferents etapes del desenvolupament dels nens. Els canvis externs extrems poden fer impossible aquesta adaptació, perjudicant el seu desenvolupament físic i psicopedagògic.
- **Els nens no són completament independents** i la seva capacitat per fer front als riscos ambientals depèn dels recursos dels seus cuidadors i de la seva comunitat local. A més a més, al no tenir veu pròpia, els seus interessos corren més risc de ser ignorats a nivell polític, no només a nivell local, sinó també a nivell de presa de decisions a nivell global.

El canvi climàtic és terriblement injust per moltes raons, però en el cas concret de com afectarà als nens, és important subratllar que qui menys hi contribueixi, més impacte patirà. Ja estem veient com aquelles poblacions de països pobres amb menor empremta ambiental pateixen els estralls de, entre d'altres, la inseguretad alimentària o el desplaçament forçós de les comunitats a la recerca de recursos. Aquesta situació s'agreuja en el cas dels infants, que no són directament responsables de les seves accions diàries, de les dels seus cuidadors o de les dels governs dels països on viuen, la qual cosa no treu que la seva salut es vegi desproporcionadament afectada.



Els nens no són directament responsables de les seves accions diàries, de les dels cuidadors, ni de les dels governs dels països on habiten, mentre que la seva salut serà la que es veurà més afectada pel canvi climàtic.



Nens es renten i juguen als manglars. Ilha de Moçambique, Moçambic, 2019.

Com afectarà el canvi climàtic a diferents llocs del món?

Sigui on sigui, la nostra forma de vida individual afectarà el canvi climàtic i, per tant, a tots els habitants del planeta. On vivim, i l'estatus socioeconòmic del lloc on vivim, determinarà l'impacte que experimentarem. Tota acció individual i col·lectiva té un impacte general i quan parlem de canvi climàtic, aquesta afirmació és igual de certa.

Tot i que els països de baixos ingressos produeixen menys del 10 % de les emissions globals de gasos d'efecte hivernacle, continuen sent els més vulnerables als efectes del canvi climàtic. Els efectes del canvi climàtic no es distribuïran geogràficament de manera equitativa i, per tant, contribuiran a augmentar les desigualtats de recursos i riquesa entre països i regions que ja existeixen en l'actualitat.

Malauradament, s'espera que això reverteixi molts dels guanys assolits els últims cinquanta anys en termes de desigualtats en salut i que, el 2050, un terç de la

població pugui caure a nivells de pobresa. En les últimes cinc dècades, un dels majors èxits globals ha estat un notable progrés en la reducció de la població que viu en la pobresa. No obstant això, segons les Nacions Unides, si es continua amb l'escenari ambiental actual, en només tres dècades -una sola generació!- 3.100 milions de persones addicionals es trobaran en aquestes condicions. És a dir, a més de les persones que viurien en pobresa extrema en un món sense canvi climàtic, un terç més de la població ho farà a causa de la crisi climàtica. Malgrat els enormes esforços dels governs i diverses entitats, tant les organitzacions no governamentals com les institucions que treballen per al desenvolupament de la Salut Global i contra la desigualtat, i gràcies a les quals havíem assolit les millors xifres històriques en termes de pobresa extrema i mortalitat infantil, serà difícil combatre una amenaça tan tangible i preocupant.

En tractar-se d'una emergència global, tots els racons del planeta es veuran afectats. Espanya, en particular, està considerada com un dels països europeus més vulnerables al canvi climàtic. L'any 2016 va ser el quart any més calorós mai registrat al país -i hi ha registres des de 1880-, mentre que s'ha observat un augment de la temperatura mitjana a tot el territori. A això cal afegir que hi ha hagut un 20 % menys de precipitacions respecte a la mitjana anual. Els efectes d'aquesta crisi tenen el poder de transformar l'economia i la fisonomia del país, i sotmetre la població a onades de calor i fred, temperatures extremes, falta d'aigua i augment de la contaminació atmosfèrica.

Figura 1. Països emissors de CO₂. Font: *The Guardian* 2015 segons dades de *Global Carbon Project* (Glen Peters et al). De 2013.



Figura 2. Països que pateixen les conseqüències del canvi climàtic. Font: *The Guardian* 2015 segons dades del Banc Mundial de 2013.



Com i on es veuran afectats els infants dels països amb pocs recursos?

Els nens i nenes pobres seran els que pagaran més cares les nostres accions sobre el canvi climàtic. Un exemple és l'impacte en la salut infantil de les sequeres i les inundacions que afectaran els rendiments agrícoles en zones que ja pateixen inseguretats alimentària, la qual cosa comportarà un augment de la desnutrició, provocat per la manca de les aportacions calòriques i nutricionals necessàries per al nen. La desnutrició aguda -que es desenvolupa en poc temps- i la desnutrició crònica, és a dir, la desnutrició que afecta contínuament els nens durant el seu desenvolupament, tenen conseqüències molt greus. Les dues són una causa directa de mortalitat infantil, que poden morir en poc temps si no reben tractament, i causen una pitjor qualitat de vida i alteració del desenvolupament físic i psico-social a llarg termini. Per exemple, augmentant el risc d'infeccions potencialment letals, o comprometent el desenvolupament neurocognitiu de les persones que la pateixen repetidament i/o contínuament.

El canvi climàtic també contribuirà a la contaminació de l'aigua i dels aliments, posant en perill el ja difícil accés a l'aigua potable segura i la millora del sanejament en regions on això ja és un repte. Un dels grans reptes en l'àmbit de la Salut Global és garantir l'accés a l'aigua potable per a totes les persones del món, considerada una de les eines provades més eficients contra la propagació de malalties infeccioses. Sense un sanejament adequat de l'aigua, inclosos els sistemes de gestió de residus o sistemes de latrines, els agents infecciosos que s'eliminen per femta es barregen amb l'aigua utilitzada per als cultius, la higiene, la beguda i la cocció.



Espanya és un dels països europeus més vulnerables al canvi climàtic.

Això pot provocar brots d'infeccions agudes, com el còlera o el virus de l'hepatitis A, així com facilitar la propagació de malalties cròniques, com les causades per paràsits intestinals.

De la mateixa manera, és probable que les onades de calor extremes colpegin els que no tenen recursos per afrontar-les amb més força, ja que és diferent patir temperatures extremes a l'interior de les cases climatitzades que fer-ho vivint a l'aire lliure o en edificis mal condicionats. Es pot deduir fàcilment que l'impacte que pot tenir una onada de calor en una població infantil que viu en cases climatitzades, que pot haver adaptat el transport a l'escola, i que estudien en espais ben adaptats per mantenir la rutina escolar de manera normal malgrat l'extrema temperatura exterior, serà diferent de la dels nens que viuen en cases mal aïllades, que han de caminar a l'escola durant quilòmetres, i un cop allà troben edificis i instal·lacions precàries. Aquestes diferències tenen conseqüències directes sobre l'efecte de les onades de calor entre els dos casos. En el primer cas, els nens estaran mínimament exposats a variacions de temperatura en el seu dia a dia. En el segon cas, això no és possible, i fàcilment es produiran efectes nocius com la deshidratació, als quals cal afegir l'escassetat d'aigua sana per combatre-la. L'absentisme escolar i la dificultat d'accedir als centres sanitaris en aquest escenari només agreugen la fràgil situació que ja estan vivint aquests nens.

Els grans desplaçaments de població també afectaran la salut, el desenvolupament econòmic i l'estabilitat política, posant encara més en perill la salut de les persones desplaçades, que disposen de menys eines per fer front a aquests perills.

Durant els desplaçaments massius o en situacions de desastres post-naturals (imagineu-vos la vida en un dels molts camps de refugiats de tot el món ara mateix, o en els dies posteriors a un terratrèmol o tsunami), sorgeixen brots de malalties infeccioses (com ara brots de diarrea), processos de prevenció de malalties (campanyes de vacunació infantil i consultes prenatales, sanejament d'aigua, accés a aliments necessaris). En aquestes circumstàncies, els nens paguen sempre el preu més alt, ja que les seves vides estan més exposades i pertorbades per la inseguretat de qualsevol tipus.

Les condicions ambientals i socials als països de baixos ingressos també fan que aquests nens estiguin més exposats a agents infecciosos, ja que passen més temps a l'aire lliure, estan més en contacte amb microorganismes i vectors, i tenen més probabilitats de menjar i beure de fonts contaminades.

Aquests estralls no afectaran una minoria de nens del món, sinó tot el contrari, ja que dels 2.300 milions de nens i nenes del món el 2015 "més de 500 milions vivien en zones amb nivells extremadament alts d'inundació, i gairebé 160 milions vivien en zones d'alta o extremada gravetat de sequeres". La majoria d'aquestes àrees es trobaven a Àfrica i Àsia. El creixement de la població, desigual a tot el

món, significa que el 2050 més d'un terç dels nens del món viuran a l'Àfrica subsahariana. Des del 2015, l'Àfrica subsahariana és la regió del món amb més naixements, i s'espera que aquesta tendència continuï augmentant durant la resta del segle. La població infantil d'Àfrica haurà crescut de 496 milions a 661 milions el 2030, i a mitjan segle representarà el 38 % de tots els naixements a tot el món. En aquestes regions, les zones urbanes o *slums* són les que patiran més explosió de població. Tant és així que actualment només una de les vint ciutats més poblades del món es troba a l'Àfrica, i s'espera que siguin tretze de vint el 2100. Atès que aquestes regions ja pateixen els pitjors problemes de salut relacionats amb la pobresa, és previsible que aquestes només empitjorin com a conseqüència del canvi climàtic.

En definitiva, els nens i nenes nascuts avui en països de renda baixa tenen més probabilitats de patir les conseqüències sanitàries del canvi climàtic i es veuran doblement afectats tant per les desigualtats intergeneracionals com geogràfiques; és a dir, per ser nens, per ser pobres i, sobretot, per ser ambdues coses a la vegada.

Aquest fet perpetua el cicle inhumà de la pobresa: els nens nascuts en una família pobre en un país també pobre tindran una salut més pobre. Això els dificultarà l'accés a l'escola amb normalitat, a la universitat si volguessin anar-hi, i a tenir millors feines que els seus pares. En aquesta situació, quan tinguin els seus propis fills, tornaran a néixer en desavantatge... i el cicle es repetirà.



Àrea d'ingrés pediàtric en un hospital públic de Bangladesh. Chittagong, Bangladesh, 2020.



El canvi climàtic augmentarà la mortalitat infantil tant pels factors de risc com per les causes directes.

Com afectarà això a la mortalitat infantil?

S'estima que el canvi climàtic ja té un impacte significatiu en la mortalitat infantil. Segons l'Organització Mundial de la Salut, el 2019 van morir 7,4 milions de nens, adolescents i adults menors de vint-i-cinc anys, majoritàriament per causes evitables. El 70 % d'aquestes morts es van produir durant els primers cinc anys de vida, i gairebé la meitat en el primer mes de vida. Les principals causes de mort en menors de cinc anys són:

- Les morts neonatals (principalment per asfíxia perinatal, prematuritat i infeccions), representen aproximadament la meitat de totes les morts en nens menors de cinc anys.
- Infeccions respiratòries agudes.
- Diarrea.
- Malària.
- Desnutrició: com a causa única, o transversal afectant a tots els altres.

Les mesures més importants per prevenir aquestes morts són la immunització (és a dir, la vacunació), l'adequada nutrició, l'accés a aigua potable i aliments segurs, o l'atenció adequada a les seves necessitats per part de personal ben format i adequadament capacitat. I, tot i que la mortalitat infantil s'ha reduït a la meitat en els últims vint-i-cinc anys, alguns indicis suggereixen que començarà a augmentar de nou com a resultat del canvi climàtic. Un estudi recent sobre la relació entre l'exposició a la calor i la salut materna va mostrar que, en èpoques amb augments de temperatura, s'observa un major nombre de naixements prematurs, baix pes en néixer i mortinatalitat. L'etapa perinatal és un dels moments crítics i amb més risc de mortalitat en nens; és a dir, abans, durant i dies després del part. Aquests moments crucials es complicaran encara més pel canvi climàtic, amb la qual cosa un dels determinants més importants de la mortalitat infantil creixerà de forma clara.

Pel que fa a les malalties respiratòries, la variabilitat de la temperatura sembla augmentar el nombre de casos de pneumònia i exacerbar els efectes dels al·lèrgens i la contaminació atmosfèrica. Sense anar molt lluny, durant els grans incendis ocorreguts a Espanya el 2012, l'impacte en la salut de la contaminació de l'aire va mostrar un clar augment del nombre de nens i nenes amb problemes respiratoris, especialment asma i rinitis.



Curs d'alimentació per a mares de nens amb desnutrició. Manhiça, Moçambic, 2018.

D'altra banda, hi ha certa incertesa sobre l'impacte directe del canvi climàtic pel que fa a la càrrega de la malària (una de les malalties amb major repercussió en la salut global infantil), però hi ha evidències que suggereixen que les malalties transmeses per vectors en general augmentaran. És important assenyalar que el nombre de persones que viuen a les zones de transmissió de la malària augmentarà al 60 % de la humanitat el 2100.

En relació amb la desnutrició, el seu percentatge augmentarà en un 16 % a causa del menor accés als aliments, el que afectarà de manera implacable i transversal a totes les altres causes de mort.

Finalment els nens que visquin grans desplaçaments de població i grans desastres climàtics tindran un accés més deficient a les mesures preventives, com la vacunació, el sanejament adequat i la higiene. Per tant, augmentaran tant els factors de risc indirectes - és a dir, les condicions que afavoreixen que els nens emmalalteixin-, com les causes directes de mort -les malalties en si- dels nens.



Treballadors fumiguen instal·lacions hospitalàries per disminuir la prevalença del vector transmissor de malària: el mosquit Anopheles. Manhiça, Moçambic, 2018.

Què podem fer nosaltres per frenar el canvi climàtic?

Per frenar la crisi climàtica s'han de prendre decisions a nivell polític, tant a nivell nacional i regional com a major escala, però també podem contribuir de forma directa amb les nostres accions diàries destinades a mitigar les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Ho podem fer adaptant sempre que sigui possible els nostres habitatges perquè siguin eficients energèticament, o disminuint l'ús de combustibles fòssils, especialment per generar electricitat i per al transport que fem servir en el nostre dia a dia. Un gest com desplaçar-se en bicicleta o caminant sempre que sigui possible implica un gran canvi. Limitar els nostres desplaçaments en avió (i la seva enorme petjada de carboni) i potenciar l'ús de trens és una altra de les mesures que podem assumir a nivell individual.

I tampoc podem oblidar com la nostra dieta també afecta la producció d'aquests gasos. Les tasques ramaderes (especialment en sistemes de producció intensiva) contribueixen en gran mesura a les emissions de gasos d'efecte hivernacle, de manera que consumir menys carn, o bé prioritzar la compra de carn procedent de granges sostenibles, és un altre gest amb el qual podem disminuir la nostra petjada de carboni. Així mateix, el transport dels aliments que consumim fins al nostre lloc és un altre factor emissor potencial de gasos nocius, per la qual cosa prioritzar el consum de proximitat, comprant aliments de productors agrícoles propers, redueix les emissions degudes al transport i a la manutenció de cadenes de refrigeració dels aliments.

Finalment, l'educació infantil en matèria d'ecologia, biodiversitat i sostenibilitat hauria de ser clau. Els nens d'avui han d'estar formats en aquests temes que tant repercutiran en les seves vides futures, i hem de fer que cada vegada siguin més participants de les polítiques climàtiques i de la presa de decisions, tant a nivell individual o domèstic, com en la política a gran escala.



Per frenar la crisi climàtica cal prendre decisions a nivell polític, però també hi podem contribuir de manera directa amb les nostres accions diàries.

En definitiva...

La descripció d'un escenari futur tan apocalíptic no pot quedar-se en un simple esbós. El canvi climàtic és una amenaça real i tangible per a molts dels avenços aconseguits - lenta i dolorosament - en salut infantil, incloent la disminució de la mortalitat, i la comunitat sanitària mundial s'ha de comprometre i prioritzar aquests camps d'investigació.

La pandèmia mundial per SARS-CoV2 està sent una ocasió excepcional en la qual els habitants dels països rics estan experimentant el que significa viure una situació desesperada, sense poder comptar amb les eines necessàries per afrontar l'impacte d'una malaltia molt transmissible i amb el potencial d'afectar a gran part de la població de forma ràpida. Malauradament, aquesta és una realitat constant en la majoria dels països de renda baixa del món, i si no canvia la nostra implicació davant el canvi climàtic, ho seguirà sent en més regions del planeta.

Com a pediatres que treballem en l'àmbit de la salut infantil mundial, hem de liderar els esforços per anticipar, prevenir i abordar els futurs problemes de salut infantil derivats de la nostra pròpia actuació. Com a individus que formem part d'un món globalitzat - per a les coses bones i per a les coses dolentes -, hem de dirigir tots els nostres esforços individuals i col·lectius per revertir els danys ja produïts i evitar una crisi climàtica de molt mal pronòstic. En efecte, *"cap responsabilitat humana és més profunda que el deure de cada generació de tenir cura de la generació que la segueix"*.



Bibliografia

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., Agosto, 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/fmx244>
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](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](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. Introducció a l'impacte dels factors de risc ambiental en la salut infantil

Marisa Gaioli

Pediatra i especialista en Salut Infantil i Ambient. Secretària del Comitè de Salut Infantil i Ambient de la Societat Argentina de Pediatria. Coordinadora de la Unitat Pediàtrica Ambiental de l'Hospital de Pediatria Dr. Juan P Garrahan de Buenos Aires i Docent Auxiliar de la Càtedra de Pediatria de la Facultat de Medicina de la Universitat de Buenos Aires, Argentina.

Els nens, nenes i adolescents necessiten un ambient sa per poder desenvolupar el seu màxim potencial, arribar al benestar i poder complir els seus somnis. Un ambient que està representat per la llar on creixen, les escoles on estudien i aprenen, els patis, parcs i jardins on juguen i tots aquells espais on socialitzen i trien per desenvolupar-se en plenitud.

Cada vegada més dades demostren que l'incessant deteriorament de l'ambient arreu del món contribueix a la càrrega de malalties que afecten als nens, en països tant de renda baixa com de renda alta. El 23 % de totes les morts del món poden prevenir-se millorant la qualitat de l'ambient. Més d'una quarta part de les defuncions en menors de cinc anys són conseqüència de la contaminació ambiental. Les principals causes de mort entre els menors de cinc anys són la pneumònia, les complicacions per part prematur, l'asfíxia, perinatal i la malària. Totes elles relacionades amb l'ambient. Les amenaces ambientals i les exposicions en la majoria dels casos es poden prevenir.

Les malalties poden estar lligades al consum d'aigua i a la falta de sanejament bàsic, o a la contaminació de l'aire a les llars. La presència de metalls pesants en els sòls, les variacions del clima generades per l'augment dels gasos d'efecte hivernacle, les radiacions ultraviolades, el consum d'aliments insegurs, la ubiqüitat de les substàncies químiques perilloses i la contaminació de l'aire exterior són només algunes de les múltiples amenaces ambientals que poden alterar l'organisme d'un infant en ple creixement. Els períodes de gestació i la infància són



El 23% de totes les morts del món es poden prevenir millorant la qualitat de l'ambient.

períodes d'alta vulnerabilitat davant els riscos ambientals per les seves característiques anatofisiològiques, la seva conducta i per les vies d'exposició específiques com són la placenta i la llet materna.

La contaminació ambiental és la causa més important de malaltia i mort prematura en el món actual. Els danys que provoca en la salut poden ser irreversibles i fins i tot ocasionar la mort depenent de les característiques i de la intensitat del factor, la durada de l'exposició i del moment de desenvolupament en el qual impacten. Les exposicions poden produir-se des de la concepció de l'infant si els pares viuen en entorns degradats o poc saludables. La salut de la mare afecta directament la de l'infant. Assegurant un embaràs saludable es genera benestar en la mare i en el seu fill i al llarg del temps en la societat. L'impacte dels factors ambientals adversos pot ser acumulatiu i intergeneracional. Així, les malalties poden aparèixer en etapes primerenques de la vida, en l'adultesa o presentar-se en la següent generació. Segons l'OMS (2016) la gran majoria de les morts vinculades a l'ambient es deuen a malalties cardiovasculars com l'accident cerebrovascular i la cardiopatia isquèmica.

Més de cinc milions de nens i nenes de zero a catorze anys moren anualment a causa de malalties vinculades a l'ambient. La població infantil és una població vulnerable davant els factors de risc ambiental. Aquests es veuen exacerbat per altres determinants de la salut com la pobresa, la desigualtat social, la urbanització no planificada, la desnutrició, la falta d'accés a la salut i a l'educació. Les amenaces ambientals no són iguals a tot el món, varien segons el grau de desenvolupament de països o regions i també si les àrees són urbanes o rurals.

Els nens i nenes necessiten ambients saludables, segurs per créixer i desenvolupar-se. Els adults hem de contenir-los i protegir-los contemplant i defensant els seus drets. Ells són el "cor del desenvolupament sostenible", representen les societats contributives del futur.



Un dels múltiples aprenentatges que ens està ensenyant la pandèmia per COVID-19 és la inexorable relació que existeix entre la salut i l'ambient en tota la seva dimensió i la possibilitat de conscienciar-nos per revertir els factors de risc que amenacen el benestar de la població infantil.

Què és un factor de risc?

Necessitem diferenciar entre factor de risc i perill. El perill és un terme qualitatiu que expressa la propietat d'un agent ambiental de danyar la salut d'una persona, depèn d'una propietat inherent a l'agent. Per exemple el potencial de nocivitat d'una substància química. El factor de risc és qualsevol tret, característica o exposició d'una persona que augmenta la seva probabilitat de patir una malaltia o lesió. L'exposició al fum ambiental de tabac com a contaminant de l'aire interior és un exemple.

Hi ha factors de risc anomenats tradicionals que són aquells que persisteixen a través del temps i que estan relacionats amb la pobresa i l'absència de desenvolupament. Es manifesten amb rapidesa relativa en forma de malaltia, per exemple la



Cal reconèixer els factors de risc i protegir l'ambient perquè els nens i les nenes creixin i es desenvolupin en ple estat de salut i assoleixin el benestar.

relació entre la manca d'accés a l'aigua segura i la diarrea. Malgrat els importants esforços realitzats per tal de reduir els riscos ambientals per a la salut, els riscos de tipus tradicional persisteixen i menyscaben l'equitat en matèria de salut. Si bé s'han aconseguit importants progressos per protegir les persones dels riscos ambientals coneguts mitjançant l'establiment de normes i directrius, l'aplicació de solucions -entre elles, mesures de reglamentació- i el seguiment de les activitats, encara queda per fer.

Els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) estan enfocats a complir aquestes fites. Els ODS van ser adoptats per tots els Estats membres de les Nacions Unides el 2015 com una crida universal per posar fi a la pobresa, protegir el planeta i garantir que totes les persones gaudeixin de pau i prosperitat per al 2030. Els disset ODS estan integrats, ja que reconeixen que les intervencions en una àrea afectaran els resultats d'altres i que el desenvolupament ha d'equilibrar la sostenibilitat mediambiental, econòmica i social. Inclou objectius que abasten aigua neta i sanejament, ciutats i comunitats sostenibles, energia assequible i no contaminant i acció pel clima entre altres.

Aquells factors de risc anomenats *moderns* estan lligats a un desenvolupament ràpid sense considerar la salut ni l'ambient i d'un consum insostenible dels recursos naturals. Generalment requereixen períodes llargs de latència abans d'impactar en la salut, per exemple les substàncies químiques perilloses, els metalls pesants o la contaminació de l'aire exterior.

En les últimes dècades, amb la ràpida globalització, la urbanització, el consum desmesurat i l'augment exponencial de la població associats als avanços tecnològics i la industrialització, han sorgit altres factors de risc anomenats *emergents*, per exemple els residus elèctrics i electrònics, el canvi climàtic i la disminució de la capa d'ozó, la desforestació, la producció de nanopartícules, els microplàstics que contamineu l'aigua i aire, les radiacions no ionitzants o les substàncies disruptores endocrines.

Cal reconèixer els factors de risc i protegir l'ambient perquè els nens i nenes creixin i es desenvolupin en ple estat de salut i assoleixin el benestar.

Factors de risc ambiental als quals es troben exposats els nens

Habitatges inadequats

L'habitatge és un component fonamental de la qualitat de vida. A més de la seva funció bàsica de proporcionar recer enfront dels elements de la natura i constituir el nucli de la vida familiar, l'entorn casolà hauria de protegir contra els riscos per a la salut derivats de l'entorn físic i social.

L'habitatge inadequat és un factor de risc lligat íntimament a la pobresa i la desigualtat. Mil milions de persones al món resideixen en assentaments informals i de baixa qualitat. Una de cada quatre persones de zones urbanes d'Amèrica Llatina viuen en assentaments urbans o precaris.

Les males condicions d'habitabilitat exposen els nens a seriosos riscos per a la salut. Els factors associats a l'habitatge, com els materials de construcció inadequats o incorrectes, els defectes d'edificació, l'amuntegament, la manca de ventilació, la mala qualitat de l'aire, la inadequada disposició d'escombraries i dels sistemes de recollida, la defectuosa conservació i preparació dels aliments, les temperatures extremes, els nivells alts de soroll, l'excés d'humitat, la mala il·luminació i les plagues influeixen significativament en la salut.

La disposició inadequada dels residus pot crear abocadors a cel obert que amenacen la salut dels veïns. És freqüent la crema dels mateixos contaminant l'aire amb substàncies perilloses. Així també afavoreixen la proliferació de vectors de malalties com mosquits i rates entre d'altres.

Accés a l'aigua segura i sanejament

En el món tres de cada deu persones no tenen accés a l'aigua segura; aigua que és utilitzada per beure, per a la preparació dels aliments i també per a la higiene personal. En alguns països en vies de desenvolupament les dones i les nenes recorren llargs camins per portar aigua utilitzant diverses hores del dia, restant temps per fer altres treballs a la llar, tenir cura dels fills i en el cas de les nenes per estudiar o jugar.

Hi ha una inadequada distribució de l'aigua dolça i es preveu que per al 2050, com a mínim un 25 % de la població mundial viurà en un país afectat d'escassetat crònica d'aigua. Aquesta escassetat d'aigua al costat de la mala qualitat i dèficit de



Al món, sis de cada deu persones no tenen accés a instal·lacions de sanejament gestionats de forma segura.

sanejament repercuteixen en la salut dels nens i nenes. Gairebé un 70 % de l'aigua dolça dels rius, llacs i aqüífers s'utilitza per al reg dels cultius i només un 8 % per a ús domèstic, la resta és utilitzat per les indústries.



Aproximadament 1.000 nens i nenes moren cada dia per malalties diarreiques produïdes per falta d'higiene. En el món, sis de cada deu persones no tenen accés a instal·lacions de sanejament gestionades de manera segura. En el cas de no comptar amb una adequada disposició de les excretes, l'aigua i els aliments es contaminen amb microorganismes com virus, bacteris i paràsits. A l'escola, la manca de sanejament afavoreix la transmissió de malalties entre els infants i fa que moltes nenes decideixin no anar a l'escola per no poder higienitzar-se correctament, això es tradueix en un alt grau d'absentisme escolar. L'escassetat d'aigua per al rentat de mans, cara i cos afavoreix l'aparició d'infeccions a la pell com impetigen i el tracoma (aquest últim afecta els ulls).

La lactància materna exclusiva ajuda a disminuir aquestes malalties en els nens/es petits/es.

Una de les recomanacions per a prevenció de la COVID-19, així com d'altres malalties infeccioses, és el rentat de mans de forma adequada i freqüent. En el món, 2.100 milions de persones no tenen els mitjans per poder dur-ho a terme de manera correcta.

L'any 2006, el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) va reconèixer explícitament el dret de les persones a l'abastament d'aigua segura i de sanejament bàsic. En aquest mateix any l'OMS va informar que el 80 % de les malalties i el 33 % de les morts en els països de renda baixa es relacionaven amb l'accés inadequat a l'aigua segura.

La contaminació de l'aigua pot produir-se per causes biològiques, químiques, radioactives o tèrmiques. Al seu torn pot ser de causa natural, per exemple l'arsènic, que es troba en els aqüífers o derivada de les activitats humanes, per exemple per plaguicides.

La contaminació biològica es produeix per bacteris, virus o paràsits que poden produir diarrea, desnutrició, anèmia, hepatitis, i fins i tot malalties més complexes.

Entre les substàncies químiques que poden contaminar l'aigua superficial i profunda es troben els plaguicides i els fertilitzants, els nitrits i nitrats, l'arsènic, el fluor, els hidrocarburs provinents de deixalles industrials i metalls pesants com el plom, mercuri, cadmi i crom. El plom i el mercuri representen un problema important per a la salut pública del món pels efectes que produeixen en el neurodesenvolupament.

L'ús indiscriminat de plaguicides contamina les aigües superficials i profundes i no només produeixen deteriorament del sòl sinó que afecten greument la salut de les persones que beuen l'aigua i ingereixen els aliments contaminats.

Els nitrits i nitrats poden alterar la qualitat de l'aigua per contaminació amb les excretes humanes o d'animals, amb residus industrials o per l'ús de fertilitzants i adobs agropecuaris. Aquesta contaminació pot produir en els menors de sis mesos d'edat un quadre que es manifesta amb coloració blavosa de la pell, dificultat per respirar i taquicàrdia.

L'hidroarsenicisme és una malaltia produïda per nivells alts d'arsènic en l'aigua subterrània que s'utilitza per beure, per rentar els aliments i per a l'abeurada dels animals. Aquesta contaminació passa en nombrosos llocs del món com a Argentina, Xile, Vietnam, l'Índia, Bangladesh, Espanya i Itàlia entre d'altres. Després de l'exposició crònica apareixen lesions a la pell, hipertensió arterial, compromís pulmonar i a llarg termini tumors de pell, pulmó, laringe, esòfag i estómac. És important el diagnòstic precoç de l'exposició ja que en suplantar o millorar la font d'aigua alguns símptomes poden revertir.

En les últimes dècades s'ha detectat contaminació de l'aigua amb nombrosos fàrmacs com antibiòtics, antineoplàstics i benzodiazepines.

L'Objectiu 6 dels ODS es refereix a l'aigua neta i sanejament per garantir l'accés universal a l'aigua potable i assequible per a tothom al 2030, per a això és necessari que els estats facin inversions adequades en infraestructura, proporcionar instal·lacions sanitàries i fomentar pràctiques d'higiene.

Recomanacions:

L'educació en higiene i la promoció de bones pràctiques especialment a les escoles són fonamentals. Els nens/es generen canvis importants.

- Corroborar l'origen de l'aigua per beure, per rentar els aliments, els estris de cuina, cuinar, dutxar-se o per al rentat de verdures.
- La desinfecció amb clor és la forma més apropiada i universalment acceptada de garantir la innocuïtat microbiològica. Afegeix dues gotes de lleixiu per litre d'aigua. Deixa reposar durant trenta minuts i després ja es pot utilitzar.
- Pots també bullir-la durant tres minuts, és el temps suficient per destruir microorganismes i alliberar l'aigua de la contaminació biològica. No elimina la contaminació química, per contra si s'excedeix el bull es poden concentrar algunes substàncies químiques com els metalls pesants o l'arsènic.
- Renta't les mans després del bany, després de canviar els bolquers, després d'higienitzar a un nen que ha anat al lavabo, després de tocar les escombraries, de manipular qualsevol substància química, després de tocar carn crua, abans de preparar el menjar, abans de menjar i sempre que estiguin brutes.
- Els dipòsits de reserva d'aigua s'han de revisar amb freqüència, la tapa ha d'estar col·locada tancant tota la superfície oberta i ha de trobar-se en bones condicions perquè no hi entrin brutícies.
- S'han de netejar molt bé les canaletes dels sostres si aquestes s'han d'utilitzar com a vehicle per a la recollida d'aigua de pluja.
- No utilitzis envasos de procedència dubtosa (envasos de plaguicides, fertilitzants o qualsevol altra substància química perillosa) per emmagatzemar l'aigua per a consum humà, d'animals o per a reg tot i que aquests envasos hagin estat rentats prèviament.
- Pren mesures elementals per estalviar l'aigua potable. Per exemple, mantingues les aixetes tancades, assegura't que no degotin. No deixis córrer l'aigua mentre et rentis les dents.
- Protegeix els recursos d'aigua, no contaminant-los.



L'educació en higiene i la promoció de bones pràctiques, especialment a les escoles, són fonamentals.

- Tingues cura de l'aigua de les piscines de recreació: en cas de les petites, de plàstic, utilitzades per a lactants es recomana el canvi de l'aigua diàriament, abans però es recomana rentar tota la superfície de la mateixa. En les de lona o un altre tipus de material sempre han d'estar clorades i netejar les superfícies abans de renovar l'aigua.
- Només utilitza les aigües de recreació que hagin estat testejades i avaluades com a segures per a banys de recreació.
- La presència de pel·lícules superficials que formen els cianobacteris (com una superfície vellutada verda sobre l'aigua) és un indicador d'aigües contaminades amb alt risc d'efectes adversos per a la salut dels banyistes.



Contaminació de l'aire

L'OMS considera que la contaminació de l'aire és actualment el risc més important per a la salut. Aproximadament el 91 % de la població mundial respira aire de mala qualitat i cada any moren set milions de persones a causa de la contaminació de l'aire i és responsable de la mort prematura per pneumònia en els nens menors de cinc anys. L'aire contaminat augmenta la morbimortalitat per malalties cardiovasculars com accident cerebrovascular (ACV), hipertensió arterial i infart de miocardi i desencadena o exacerba quadres respiratoris com bronquiolitis, asma, bronquitis i malaltia pulmonar obstructiva crònica (MPOC). S'ha descrit disfunció cognitiva en nens i adults per respirar crònicament aire contaminat.

Material particulat (segons la grandària de 2,5 i 10 μ) i gasos tòxics com el diòxid de carboni i nitrogen, compostos orgànics volàtils, ozó troposfèric ("el dolent") i compostos halogenats són els més importants contaminants de l'aire atmosfèric. Provenen principalment de la combustió de derivats de petroli del trànsit vehicular, de les emanacions de les indústries i de la crema dels residus. Els incendis forestals col·laboren amb aquesta contaminació que creix dia a dia.

Les accions orientades a disminuir aquesta contaminació poden salvar milions de vides. Els nens/es, les embarassades, els ancians i els pacients amb malalties cròniques són especialment vulnerables a l'aire de mala qualitat. L'exposició de les embarassades pot afectar el creixement i desenvolupament de l'infant.

La qualitat de l'aire exterior determina també la qualitat de l'aire interior, el de les llars, les escoles i d'altres edificis que els nens i nenes freqüenten. Gairebé tres milions de persones entre les més pobres del món segueixen depenent de la combustió de biomassa (fusta, residus agrícoles, excrements d'animals) que cremen a les seves cuines i estufes de baixa eficiència i que resulten altament contaminants. Al voltant de 4,3 milions de persones moren cada any a causa de la contaminació de l'aire dels habitatges i a nivell mundial la incidència d'asma es troba augmentada per aquesta causa. S'ha observat la disminució de la contaminació de l'aire atmosfèric en gairebé totes les megalòpolis que han quedat literalment paralitzades durant la pandèmia per COVID-19.



La presència de monòxid de carboni en l'aire interior produït per la inadequada combustió dels derivats de petroli (gas, gasoil, querosè, alcohol, llenya) és la causa d'intoxicació més freqüent i és evitable en tots els casos. Les fonts més importants són les estufes, escalfadors d'aigua, calderes, estufes salamandra, forns i fogons de cuina, grups electrògens, talladores de gespa, sistemes de fuites d'automòbils que no funcionen adequadament. El fum dels incendis forestals és una altra font de producció de monòxid de carboni. Aquesta intoxicació desencadena un quadre clínic que pot ser irreversible i ocasionar la mort. El monòxid de carboni és un gas incolor i inodor que es dispersa fàcilment en l'aire. Se'l coneix com a "assassí silencios" ja que la seva presència pot passar inadvertida per la víctima. En molts casos es retarda el diagnòstic d'aquesta intoxicació o no es diagnostica correctament perquè comparteix símptomes amb altres malalties com la grip, l'epilèpsia, l'infart agut de miocardi o la migranya. La intoxicació pot iniciar-se amb marejos, nàusees, cefalea, somnolència i evolucionar a quadre de taquicàrdia, dispnea, convulsions, pèrdua de la consciència i coma. Poden persistir seqüeles neurològiques importants.

El fum ambiental del tabac és un conegut, freqüent i perillós contaminant de l'aire interior tant per al fumador actiu com per al passiu desencadenant episodis de bronquiolitis, otitis, bronquitis, asma, quadres de MPOC i comprovat efecte cancerigen a pulmó, bufeta i laringe entre altres. En els adolescents pot generar alteracions de la conducta, dèficit d'atenció i disminució del rendiment escolar. Els fills de dones fumadores poden presentar malformacions congènites com llavi fes, paladar fes, malformacions cardíques i durant la lactància poden patir amb més freqüència quadres de bronquiolitis, otitis i mort sobtada. Els fills de pares fumadors tenen major probabilitat d'addicció a la nicotina en l'adolescència, al·lèrgies alimentàries i càncer de pulmó en l'edat adulta.

També en l'aire interior es troben aquells contaminants generats per la suspensió de partícules ultramicroscòpiques, que formen aerosols, de materials que s'utilitzen en la construcció, remodelació o decoració com catifes de niló, moquetes, fibra de vidre, mobles d'aglomerats, adhesius i plastificats per a pisos, pintures, dissolvents, coles i revestiments. Entre aquestes substàncies es destaquen els benzens i altres hidrocarburs aromàtics, formaldehid, naftalè, retardants de flama i asbest (o amiant). Els articles de neteja també aporten tòxics a l'aire tant els netejaforms, les ceres de fustes, els plaguicides, detergents, desinfectants entre d'altres. A més de l'impacte cardiovascular i respiratori que produeixen aquestes substàncies poden comportar-se com disruptors endocrins (competeixen amb l'acció de les hormones naturals), són tòxics per al fetege i ronyó, produeixen alteracions en la medulla òssia, efectes teratogènics i alteracions cognitives tant en nens com en adults.

El radó és un gas radioactiu que no té color ni olor. Prové de la descomposició natural de l'urani, un element que es troba en gairebé tots els tipus de sòl, fins i tot a la roca i l'aigua. En general, el radó es mou cap amunt, a través del sòl, fins a arribar a l'aire que respirem. Una informació geològica de l'àrea pot ajudar a predir els nivells potencialment elevats a l'interior dels habitatges. En aquest cas, s'han d'implementar mesures en la construcció.

També la floridura és un altre contaminant de l'aire interior que pot desencadenar crisis asmàtiques, tos, rinitis, cefalees i es presenta a les zones humides dels habitatges com taques negres.

El soroll és un contaminant físic de l'aire que potser passa desapercbut com a tal però que pot produir dany a la salut, especialment de nens i adolescents. Els nens petits es presenten irritables, amb dificultat per agafar el son i els nens més grans poden manifestar dèficit d'atenció, intolerància i disminució del rendiment escolar. El soroll produeix danys severos en l'audició ja sigui disminució de la mateixa o incapacitat de percebre i gaudir sons específics com els de la naturalesa o de la música, comprendre converses o comunicar-se adequadament amb altres persones. És important conèixer el paisatge sonor que forma part de l'ambient on l'infant creix.

Es necessita propiciar ambients saludables acústicament i promoure l'educació i la cultura de viure sense soroll.

Recomanacions:

- Utilitza mitjans de transport públics, organitza un grup de nens/es per dur a l'escola, fes servir bicicletes o camina per disminuir la utilització de combustibles fòssils.
- No permetis que els nens romanguin en ambients contaminats amb fum de tabac. No fumis a la llar ni en llocs tancats.
- Ventila els ambients almenys vint-i-cinc minuts dos cops al dia.
- Fes que un tècnic del gas autoritzat revisi els aparells del gas un cop l'any.
- No apaguis brasers a l'interior dels habitatges i no dormis amb ells encesos.
- Sempre mantingues una porta o finestra oberta quan estiguin encesos artefactes de gas o biomassa.
- Alerta! Les flames dels fogons de la cuina i d'altres aparells que van amb gas han de tenir color blau; si la flama és taronja o groguenca pot existir producció de monòxid de carboni.
- No facis restauracions o construccions en una habitació o habitatge si estàs embarassada o tens nens/es petits.

- Redueix l'ús de productes de neteja que continguin substàncies químiques perilloses com netejaforns, desgreixants o netejavidres. L'aigua, el sabó, el detergent i el lleixiu són eficaços per a la majoria dels treballs de neteja.
- Repara el més aviat possible les goteres en els sostres, les finestres i les canonades per evitar l'aparició de floridura i en cas que apareguin renta'ls amb drap humit amb lleixiu diluït.
- Neteja, desinfecta i asseca-ho tot després d'una fuita d'aigua el millor que puguis.
- No sacsegis flassades, mantes, catifes o llençols a l'interior de l'habitació.
- No utilitzis aerosols que refereixin ser bactericides ni encenguis encens.
- Promou l'activitat física en espais oberts com parcs, boscos, esplais, places, en contacte amb la natura i assegura't que aquests es trobin lluny de fonts emissores de contaminants de l'aire (indústries, places d'aparcament, cementiris d'automòbils, carrers amb alta densitat vehicular).

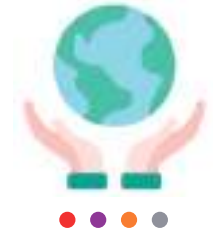
És necessària la ràpida transició global cap a energies netes tant per millorar la qualitat de l'aire com per disminuir la producció de gasos d'efecte hivernacle que contribueixen a l'escalfament global.

Falta d'innocuitat dels aliments

La innocuitat dels aliments, la nutrició i la seguretat alimentària estan íntimament relacionades. Els aliments insalubres generen un cercle viciós de malaltia i malnutrició, que afecta especialment els més vulnerables. Diàriament milions de persones es veuen afectades per malalties transmeses per aliments i milers moren per aquesta causa. Els nens menors de cinc anys suporten un 40 % de la càrrega atribuïble a les malalties de transmissió alimentària provocant 125.000 defuncions per any.

Les malalties transmeses pels aliments són generalment de caràcter infeccioses o tòxic i són causades per bacteris, virus, paràsits o substàncies químiques que penetren en l'organisme a través de l'aigua o els aliments contaminats.

Els patògens de transmissió alimentària poden causar diarrea greu i malalties més complexes. Les malalties diarreiques afecten cada any a uns 220 milions de nens i nenes.



És necessària la transició global ràpida cap a energies netes tant per millorar la qualitat de l'aire com per disminuir la producció de gasos d'efecte hivernacle que contribueixen a l'escalfament global.

La contaminació dels aliments pot produir-se en qualsevol de les etapes del procés de producció (fabricació, envasat, distribució) i en aquests casos la responsabilitat recau en el productor. Però també part de les malalties es deuen a aliments que han estat preparats o manipulats incorrectament a les llars, a les escoles, als mercats o en establiments que serveixen menjars.

La globalització i els canvis en els hàbits de consum han generat un avís en relació a la innocuïtat dels aliments ja que la ingestió d'alguns animals pot transmetre noves zoonosi.

Els incidents locals poden transformar-se ràpidament en emergències internacionals a causa de la rapidesa i l'abast de la distribució dels productes. En els últims deu anys s'han registrat brots de malalties greus transmeses pels aliments en tots els continents, sovint amplificats per la globalització del comerç.

Els aliments ultraprocessats amb una gran acceptació especialment per part dels nens/es i adolescents aporten mala qualitat nutricional, estimulen el sobrepès i l'obesitat i el desenvolupament d'altres malalties cròniques no transmissibles com hipertensió arterial i diabetis tipus 2.

D'altra banda prop de 2.000 milions de persones pateixen inseguretats alimentària moderada o greu en el món. La manca d'accés regular a aliments nutritius i suficients que aquestes persones pateixen les posa en un major risc de malnutrició i mala salut.

El canvi climàtic i la creixent variabilitat del clima i els seus fenòmens extrems estan afectant la productivitat agrícola, a la producció d'aliments i als recursos naturals, amb repercussions en els sistemes alimentaris i en la salut.

Recomanacions

L'any 2001 l'OMS va difondre les següents cinc claus per assegurar la innocuïtat dels aliments:

1. Mantingues la neteja a l'hora de preparar i cuinar els aliments:

- Renta't les mans després d'anar al lavabo, després de canviar els bolquers, després d'higienitzar a un nen que ha anat al lavabo, després de tocar les escombraries, de manipular qualsevol substància química, després de tocar carn crua, abans de preparar el menjar, abans de menjar i sempre que estiguin brutes.
- Renta i desinfecta totes les superfícies i equips usats en la preparació d'aliments.
- Protegeix els aliments i les àrees de cuina d'insectes, mascotes i d'altres animals (guarda els aliments en recipients tancats.)

2. Separa els aliments crus i cuinats i dels que ja estan llestos per menjar:

- Utilitza equips i estris diferents, com ganivets o taules de tallar, per manipular carn, pollastre i peix i altres aliments crus.
- Conserva els aliments en recipients separats per evitar el contacte entre crus i cuits.

3. Cuina completament:

- Cuina completament els aliments, especialment carn, pollastre, ous i peix
- Bull els aliments com sopes i guisats per assegurar que arriben als 70 °C. Per carns vermelles i pollastres tingues cura que els sucx siguin clars i no rosats.
- Reescalfa completament el menjar cuinat.

4. Mantingues els aliments a temperatures segures:

- No deixis aliments cuits a temperatura ambient durant més de dues hores.
- Refrigera el més aviat possible els aliments cuinats i els peribles (preferiblement sota els 5 °C).
- Mantingues el menjar calent (per sobre dels 60 °C).
- No guardis menjar molt de temps, encara que sigui a la nevera.
- Els aliments llestos per menjar per a nens no han de ser guardats.
- No descongelis els aliments a temperatura ambient.

5. Utilitza aigua i matèries primes segures:

- Fes servir aigua tractada per a que sigui segura.
- Selecciona aliments sans i frescos.
- Per a la seva innocuïtat, tria aliments ja processats, com ara llet pasteuritzada.
- Neteja les fruites i les hortalisses, especialment si es mengen crues.
- No utilitzis aliments després de la data de venciment.

Els nens mereixen rebre una bona alimentació que els permeti gaudir de bona salut, ser productius i estar en condicions d'aprendre. La bona alimentació beneficia les famílies, a les seves comunitats i al desenvolupament mundial.

Exposició a substàncies químiques

Un dels principals riscos d'exposició dels nens/es des de la seva gestació i durant el període de creixement i desenvolupament són els productes químics produïts



Més d'un milió de persones moren cada any al món com a conseqüència de l'exposició a productes químics.

i introduïts a l'ambient per l'activitat humana. Contaminen l'aire, l'aigua, el sòl i els aliments impactant en la salut humana i en els ecosistemes. Aproximadament 400 milions de tones per any d'aquests químics ingressen a l'ambient (molts d'ells sense haver estat estudiats per demostrar la seva innocuïtat en humans), 5.000 substàncies són d'alt volum de producció i gairebé 800 d'ells presenten la capacitat d'alterar l'equilibri hormonal d'un organisme viu.

Més d'un milió de persones moren cada any en el món com a conseqüència de l'exposició a productes químics.

Hi ha un grup de substàncies químiques que s'anomenen disruptors endocrins que són substàncies exògenes al cos (o barreja de substàncies) que són capaços de produir alteracions funcionals en el sistema hormonal i generar efectes adversos en la salut d'un organisme viu o en la seva descendència. En aquest grup es troben els plaguicides (Dicloro-difenil-tricloroetà (DDT), mirex, clordà, lindà, clorpirifòs entre d'altres), bisfenol A, parabens, benzofenones, ftalats, fitoestrògens i policlorur de vinil (PVC) que es troben en productes que fem servir diàriament en cosmètica, higiene personal, joguines, biberons i recipients plàstics. Altres productes químics s'utilitzen per a la neteja domèstica, construcció i manteniment d'habitatges.

Les exposicions prenatales es vinculen amb malformacions congènites, desenvolupament de tumors d'ovari i mama, pubertat precoç, malalties cardiovasculars, alteracions en el neurodesenvolupament, diabetis tipus 2 i infertilitat per disminució en la qualitat seminal, endometriosis i ovari poliquístic. Aquestes malalties poden manifestar-se en la infància, en l'adolescència o en la vida adulta.

Si bé es coneixen els greus efectes que els plaguicides produeixen en la salut humana i en els altres éssers vius, es continuen utilitzant i abusant d'ells sense control. Els nens en edat escolar i adolescents poden estar exposats al participar activament en el treball rural, en quintàs, cultius o produccions familiars. També quan els seus habitatges, escoles, llocs de recreació i camins que recorren diàriament són fumigats per trobar-se prop de zones de cultius. Si bé els plaguicides han estat dissenyats per destruir les plagues, aquests provoquen malalties irreversibles o la mort dels nens/es exposats.

Les autoritats tenen la responsabilitat de regular la disponibilitat, distribució i utilització de plaguicides al país. Amb el suport de les organitzacions internacionals i regionals pertinents, han de fomentar i promoure la recerca i el desenvolupament d'alternatives que generin menys riscos per a la salut humana i l'ambient. Caldria aplicar la legislació necessària per a la reglamentació de l'ús de plaguicides i adoptar noves mesures per a un compliment efectiu. Cal implementar un programa eficient de vigilància de plaguicides en els aliments i en l'ambient.



Recomanacions

- Guarda els productes químics lluny de l'abast dels nens. No modifiquis els envasos originals. Llegeix sempre molt bé les etiquetes.
- L'aigua, el sabó, el detergent i el lleixiu són eficaços per a la majoria dels treballs de neteja.
- Compra només la quantitat de productes que necessitis. En acabar les tasques guarda els sobrants del químic utilitzat amb clau i assegura't que quedin fora de l'abast dels nens. Mai eliminis una substància química pel desguàs o a les escombraries. No emmagatzemis productes químics en envasos no originals, per exemple en ampolles de gasoses.
- Sol·licita informació sobre l'eliminació adequada dels productes químics que ja no utilitzaràs més a la teva llar, a l'escola o a la teva feina al servei de recollida de residus domèstics urbans. Generalment, pots accedir a aquests serveis contactant telefònicament l'empresa local de recollida de residus o amb la fàbrica del producte, el telèfon del qual generalment es troba a l'etiqueta de l'envàs.
- Un cop finalitzada la tasca de pintura o amb coles, ventila correctament l'ambient i mantingues durant algunes setmanes la casa ben ventilada. No utilitzis de seguida les habitacions remodelades.

- De tant en tant revisa la teva llar i identifica els diferents productes químics o materials que ja no utilitzes i tens guardats o acumulats.
- Elimina l'ús de productes perfumats sintètics que utilitzes en la neteja. Aquests sempre contenen mescs¹ sintètics que són tòxics.
- No utilitzis plaguicides a la llar, al jardí, en llocs d'oci ni a les escoles. Opta per alternatives naturals.

Metalls pesants

Els metalls pesants com el plom i el mercuri representen un seriós problema per a la salut pública mundial per les alteracions que produeixen en el neurodesenvolupament (capacitat cognitiva, atenció, llenguatge, memòria, coordinació motora, orientació espacial, seqüenciació temporal i habilitats socials). Els nens i les embarassades són particularment vulnerables a l'exposició als metalls pesants.

Segons dades del *Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME) s'estima que l'exposició al plom és la responsable del 12,4 % de la càrrega mundial de discapacitat intel·lectual idiopàtica, de 495.550 morts i de la pèrdua de 9,3 milions d'anys de vida ajustats per discapacitat (AVAD) a causa dels efectes sobre la salut a llarg termini, amb la major càrrega en països d'ingressos baixos i mitjans.

La intoxicació per plom és la principal malaltia ambiental prevenible en la infància. Aquest metall és un contaminant natural de l'escorça terrestre però la seva presència en l'ambient ha augmentat en els últims anys a causa de diverses activitats humanes. Contamina l'aigua, l'aire, el sòl i els aliments. Es troba en pintures, bateries, canonades, municions, joguines, plomades, en tintures, cosmètics, medicació aiurvèdica, etc. També en guixos, llapis de cera, artesanies, en bijuteria, ceràmiques pintades, tintes per a tatuatges, animals caçats amb bales de plom que contaminen la carn, etc.

Els sòls d'assentaments contaminats constitueixen un lloc d'exposició freqüent per als nens/es. Eliminar-lo de les naftes ha estat un avenç molt important ja que era una de les fonts d'exposició més important fins fa unes dècades. Hi ha consensos internacionals per anar disminuint les concentracions de plom de les pintures. Actualment el 95 % del plom ambiental prové de les activitats de reciclatge. Amb l'augment de la pobresa, la desigualtat i la manca de treball aquesta tasca és cada vegada més freqüent.

La intoxicació per exposició crònica al plom afecta el perfil individual del neurodesenvolupament i es manifesta amb disminució del coeficient intel·lectual,

1. El mesc és el nom que originàriament es donava a un perfum obtingut d'una glàndula del mascle del cérvol anomenat cérvol mesquer, i després el nom es va aplicar a altres animals (bou mesquer, gat mesquer...) i també a plantes amb una olor similar.

dificultats en l'aprenentatge, trastorns de la conducta, manca d'atenció o alteracions de la memòria, de la coordinació motora, del llenguatge. L'exposició de les embarassades pot produir també avortaments i naixements prematurs. L'exposició en període preconcepcional pot produir trastorns de la fertilitat.

També el mercuri és un metall pesant que a l'igual que el plom és neurotòxic i també contamina l'aigua, l'aire, el sòl i els aliments. La font d'exposició més important és aquella que depèn de l'activitat de l'home en la mineria, tubs i làmpades d'il·luminació, piles i bateries, termòmetres i tensiòmetres, amalgames dentals, cosmètics, pintures i tintures, plaguicides, materials utilitzats per soldar, deixalles electròniques, derivats del petroli i en fàbriques cloroalcalines.

Les aigües contaminades constitueixen la font per la qual el mercuri entra a la cadena alimentària, així els peixos es contaminen i el metall ingressa al nostre organisme en ser ingerits.

La intoxicació per mercuri pot produir un quadre caracteritzat per retard mental, alteracions del llenguatge, canvis de caràcter, alteracions en la motricitat, trastorns visuals i hipoacúsia. També taquicàrdia, hipertensió arterial i problemes renals. Les dones embarassades representen una població d'alt risc pel dany que produeix en el neurodesenvolupament, pel que es desaconsella la ingestió de certs tipus de peixos o aquells no testejats. Hi ha normes internacionals que estableixen els valors de mercuri permesos en els mateixos.

Recomanacions:

- No participis en el reciclatge informal al pati del darrere o altres llocs de la casa.
- No apilis bateries en desús, metalls o altres residus al teu domicili.
- Renta les mans dels nens després de jugar, quan tornen del carrer, després d'anar al bany, abans dels àpats i sempre que sigui necessari.
- Renta freqüentment els biberons, xumets i joguines (especialment els de pelfa). Mantingues nets els llocs on els nens juguen.
- Neteja els pisos, els marcs i ribets de les finestres i portes amb draps humits per protegir els nens de la pols i del despreniment de trossos o polsim de pintura que continguin plom, especialment quan les construccions són antigues.
- Llegeix les etiquetes dels envasos i tria pintures alternatives lliures de plom.
- En cas de tenir canonades de plom, deixa córrer l'aigua durant 15- 30 segons abans d'utilitzar l'aigua per beure o cuinar, per arrossegar el plom que es diposita a les canonades per erosió.

- Renta correctament fruites i verdures, especialment les de fulla.
- Les verdures absorbeixen una alta quantitat de plom per la qual cosa s'aconsella no conrear-les en sòls sospitosos de contaminació.
- Si alguna persona de la teva família és un treballador exposat al plom no rentis la roba de treball al costat de la resta de les peces de roba ja que d'aquesta manera queden exposats els altres convivents.

Impacte del canvi climàtic en la salut

El canvi climàtic és un canvi global i les seves conseqüències es tradueixen en impactes econòmics, ambientals, socials i en la salut. Durant els últims trenta anys cada dècada ha estat més càlida que qualsevol dècada precedent des de 1850. Des de la Revolució Industrial el procés natural del canvi climàtic va començar a accelerar-se a través de les grans fàbriques que consumien cada vegada més tones de carbó, sumat a això la crema de vastes àrees per a cultius, les noves formes d'extracció dels recursos naturals, l'increment de l'activitat agrícola ramadera, la migració de la població a les ciutats i l'augment exponencial de la mateixa. Aquestes activitats antropogèniques han orientat a un deteriorament progressiu de la qualitat de l'ambient amb un augment dels gasos d'efecte hivernacle.

El model actual de desenvolupament econòmic i productiu encara depèn dels combustibles fòssils com el petroli i el gas. Per evitar que l'impacte negatiu en les persones i en els ecosistemes continuï cal revertir-ho amb la utilització d'energies més netes i sostenibles.

Els efectes de l'escalfament global es manifesten a través de l'augment de la temperatura de l'atmosfera, l'alteració en la intensitat i freqüència de les precipitacions, l'augment del nivell del mar, l'acidificació dels oceans, el retrocés de les glaceres i l'increment en la freqüència dels esdeveniments climàtics extrems i tots aquests efectes repercuten en la salut humana i en els ecosistemes.

Els nens/es menors de cinc anys suporten el 88 % de la morbimortalitat associada al canvi climàtic. Els ancians són també molt vulnerables, així com les poblacions dels petits estats insulars i zones costaneres, de les megalòpolis, de les regions muntanyoses i polars.

L'estrès tèrmic que produeixen les onades de calor augmenta la morbimortalitat per malalties cardiovasculars i respiratòries. Durant l'onada de calor d'Europa de l'estiu de l'any 2003 es va registrar una mortalitat xifrada en 70.000 defuncions entre totes les edats.

L'increment de la temperatura de l'atmosfera altera la qualitat de l'aigua facilitant la contaminació de la mateixa i afavorint els quadres diarreics.

Les inundacions augmenten la seva freqüència i intensitat amb nombroses pèrdues humanes, de les infraestructures i col·lapse dels sistemes de salut. Per contra, en algunes zones l'augment de la temperatura i disminució de les pluges produeixen sequeres acompanyades de dèficit en el subministrament d'aliments, fam i desnutrició.

Les condicions climàtiques com la calor i la humitat tenen gran influència en les malalties transmeses per vectors com els insectes, cargols i paràsits. Es perllonguen les estacions de transmissió de les malalties, es modifiquen els patrons de creixement i desenvolupament dels vectors i s'altera la seva distribució geogràfica. Aquests esdeveniments estan associats a la construcció de dics, a l'adequat drenatge o al pobre tractament de les aigües urbanes que augmenten la quantitat d'aigua superficial. La incidència de malalties com la malària, el dengue, el Zika i la chikungunya ha augmentat en els últims anys. Els nens menors de cinc anys són el grup més vulnerable afectat per la malària. El 2018, aquest grup va representar el 67 % (272.000 nens/es) de totes les morts per malària a tot el món. En les últimes dècades ha augmentat progressivament la incidència de dengue al món. Al voltant de la meitat de la població del món corre el risc de contraure aquesta malaltia.

La contaminació de l'aire s'intensifica amb l'augment de la concentració d'ozó i altres contaminants. El diòxid de carboni, gas d'efecte hivernacle que es troba en concentracions elevades, afavoreix la producció de pol·len augmentant les malalties al·lèrgiques i amb això la freqüència i intensitat de les crisis asmàtiques. La contaminació de l'aire augmenta la morbimortalitat per malalties respiratòries i cardiovasculars.

La capa d'ozó actua com un escut protector evitant que part de les radiacions del sol arribin a la terra. En les últimes dècades algunes substàncies produïdes per l'home l'han anat fent malbé, aprimant aquesta capa i perdent part d'aquesta protecció. Tot i això s'ha anat recuperant en les últimes dècades després de la prohibició de la fabricació i l'ús dels productes químics halogenats involucrats. El dany que produeixen a la pell aquestes radiacions solars és acumulatiu per això els nens es troben en risc. La disminució de la capa d'ozó afavoreix cremades i tumors de pell, conjuntivitis, inflamació, degeneració de la còrnia i de la màcula. En els últims trenta anys, el càncer de pell ha augmentat de forma alarmant en edats primerenques. També per alteracions en la immunitat augmenta la sensibilitat a algunes infeccions com l'herpes i produeix modificacions en el cicle son-vigília i indirectament en el benestar general.



Les condicions climàtiques com la calor i la humitat tenen gran influència en les malalties transmeses per vectors com els insectes, cargols i paràsits.

El món ha perdut 178 milions d'hectàrees de boscos des de 1990. Els boscos i les selves, igual que els oceans, són grans embornals de diòxid de carboni. La desforestació progressiva generada per la pressió excessiva de l'home sobre els recursos naturals, les multinacionals agroalimentàries, els incendis generats per les extremes temperatures o intencionals associats als factors socioeconòmics i les polítiques ambientals inadequades porten a la desertificació. El resultat és la disminució del subministrament dels aliments creant una amenaça per a la desnutrició infantil.

Les catàstrofes estan augmentant de freqüència i magnitud la qual cosa provoca augment de la morbimortalitat per lesions directament relacionades i per destrucció de les infraestructures amb un seriós impacte socioeconòmic. Els efectes sobre la salut de la població infantil també s'associen a la contaminació o manca d'aigua potable i escassetat d'aliments. Es generen situacions de compromís emocional davant les pèrdues de familiars, sensació de mort imminent, abusos i maltractaments que desencadenen situacions d'estrès, violència, migracions que impacten en el funcionament normal de les societats.

S'estima que des del 2008 aproximadament 22.500.000 de persones han estat desplaçades de manera forçosa dels seus llocs d'origen a causa de causes climàtiques. La meitat dels que es desplacen i migren són nens.



Recomanacions

- Col·labora amb "l'economia circular": reduueix, reutilitza i recicla. Cada vegada que es crea un nou producte es gasta energia, s'emeten gasos tòxics i es fa malbé progressivament l'ambient.
- Utilitza el transport públic: autobús, tren, metro o bicicleta. Seria bo que aprofitis i gaudeixis al caminar per traslladar-te per la ciutat. Utilitza el teu automòbil només quan sigui necessari. En cas d'utilitzar-lo per anar a treballar o per portar els nens a l'escola, tria compartir vehicle, no només disminueix l'ús de combustibles sinó que milloren les relacions interpersonals.
- Millora l'eficiència del teu automòbil: condueix a una velocitat moderada, evita deixar el motor encès per llargs períodes quan està parat i controla regularment el sistema d'emissions de gasos a l'ambient.



Treball infantil

El treball infantil és una violació dels drets humans fonamentals, que ha demostrat perjudicar el desenvolupament dels nens/es, podent conduir a danys físics o psicològics que els duraran tota la vida. El treball infantil qualifica el treball nociu per al desenvolupament físic i mental i inclou tasques que són mental, física,

social o moralment perilloses i nocives. Interfereixen amb l'escolaritat privant-los de l'oportunitat d'assistir a l'escola, forçant-los a abandonar els estudis prematurament o exigint-los assistir a l'escola i al mateix temps realitzar tasques pesades o de llarga durada.

En els pitjors casos, el treball infantil pot esclavitzar als nens, separar-los de les seves famílies, exposar-los a perills i malalties greus i/o abandonar-los a la seva pròpia sort en els carrers de les grans ciutats, de vegades quan encara tenen molt pocs anys.

L'extrema pobresa freqüentment pressiona injustament als nens/es a treballar. Els llocs de treball són en general bruts, inadequadament ventilats, amuntegats i algunes vegades manipulen substàncies químiques perilloses.

Hi ha més de 218 milions de nens que treballen al món. Al voltant de 126 milions de nens duen a terme treballs perillosos.

Una de les majors dificultats en la prevenció i eradicació del treball infantil és la seva invisibilitat. Els adults podem ajudar-los conscienciant a la comunitat sobre el tema, protegint els seus drets i denunciant els casos de treball infantil.

Lesions no intencionades

Les lesions (per accidents de trànsit, ofegament, cremades i caigudes) estan entre les tres principals causes de mort i de discapacitat en els nens de cinc a quinze anys. El 2012 la xifra estimada de morts per violència i lesions no intencionades en menors de quinze anys va ser de 740.000, el 90 % d'elles degudes a aquesta última causa.

Totes aquestes morts són evitables. Els nens de les famílies i les comunitats més pobres tenen més risc de patir lesions perquè tenen menors probabilitats de beneficiar-se dels programes de prevenció i de serveis de salut de qualitat.

Les cinc principals causes de mort per lesions són: accidents de trànsit, ofegament, cremades per foc, caigudes i intoxicacions no intencionades. Els accidents de trànsit són la principal causa de mort en el grup de deu a dinou anys i és una de les causes més freqüents de discapacitat en els nens.

La millor prevenció és la supervisió permanent d'un adult responsable. Un minut sense "vigilància" pot ser suficient per generar una situació de risc.



La millor prevenció és la supervisió permanent d'un adult responsable. Un minut sense "vigilància" pot ser suficient per generar una situació de risc.

A mesura que els nens comencen a comprendre, explica'ls els perills que hi ha a la casa i al carrer i la manera de prevenir-los. Explica també que hi ha certes manobres que només poden fer els adults.



Conclusions

Malgrat els avenços realitzats en les últimes dècades per protegir l'ambient on els nens/es creixen encara són nombrosos els llocs del món que continuen patint les conseqüències de la degradació ambiental. Les iniquitats socials, el consum desmesurat i la inadequada utilització dels recursos naturals generen un cercle viciós a través del qual es perpetua la pobresa i impedeix arribar a un món sostenible per a tothom. Els nens estan exposats a riscos que van més enllà de la supervivència, deterioren el seu desenvolupament psíquic i social.

Les autoritats governamentals han de donar suport al reconeixement, la valoració i consideració de les influències dels factors ambientals en la salut dels nens/es.

La salut de la població infantil és un baròmetre clau per avaluar els efectes a llarg termini de les decisions i activitats dels adults.

Els nens, nenes i adolescents reuneixen les condicions indispensables per a adquirir coneixements i participar en activitats relacionades amb la cura de l'ambient, s'apassionen amb la preservació del planeta i se senten atrets pels fenòmens naturals. Prevenir l'exposició a riscos ambientals és l'única solució sostenible perquè nens, nenes i adolescents creixin en plenitud, assoleixen el benestar en el si familiar, siguin membres contributius de la societat i puguin complir els seus somnis.

Els adults som els responsables de protegir-los de les amenaces ambientals per assegurar la seva salut i benestar per als d'aquí i ara i per a les generacions futures.

Bibliografia

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., Iavarone, I., McDiarmid, M.A., Gray, K.A., Sly, P.D., Soares, A., Suk, W.A. & Landrigan, P.J. (2015) Children'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 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. Exposicions a riscos ambientals durant l'embaràs

Paula de Prado

Investigadora predoctoral dins del Programa d'Infància i Medi ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Martine Vrijheid

Professora investigadora involucrada en el Programa d'Infància i Medi Ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Jordi Sunyer

Professor investigador i cap del Programa d'Infància i Medi Ambient. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Payam Dadvand

Professor investigador involucrat en el Programa de Contaminació Atmosfèrica, Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Lola Gómez

Obstetra i ginecòloga. Cap del Servei d'Obstetrícia i Ginecologia. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Convivim en un món globalitzat i urbanitzat, en el qual la producció i l'activitat humana és permanent i constant, i on l'alliberació de substàncies que poden tenir efectes adversos en la salut humana és, a dia d'avui, inevitable. Conèixer quina influència poden tenir els diferents factors ambientals en la salut de les poblacions, sobretot d'aquelles que són vulnerables, és imprescindible per poder actuar i adaptar-nos. És cert que en les últimes dècades la societat ha començat a ser conscient de que estar exposat a determinats factors ambientals com la contaminació atmosfèrica o el fum del tabac pot augmentar el risc de desenvolupar determinades malalties. En canvi, altres factors ambientals, com els espais verds, poden tenir un paper protector.

És important saber que gran part de les exposicions ambientals afecten a tota la població. Tot i això, els nivells d'exposició varien segons el context socioeconòmic i cultural, és més, el seu impacte pot ser diferent segons la vulnerabilitat del grup poblacional afectat. El període prenatal, així com els primers anys de vida són considerats períodes crítics de desenvolupament i de creixement, ja que en comparació amb els adults, els fetus i els infants presenten immaduresa fisiològica i tenen més



El període prenatal i els primers anys de vida es consideren etapes de gran vulnerabilitat respecte a les exposicions ambientals.

temps de vida una vegada s'han vist exposats al factor de risc. D'aquesta manera, l'exposició a determinats factors ambientals al llarg d'aquesta etapa pot donar lloc a un conjunt de conseqüències de caràcter més immediat en el desenvolupament del fetus, o fins i tot augmentar el risc de desenvolupar malalties al llarg de l'edat adulta.

Al llarg de la història trobem diversos exemples de com l'exposició a determinats factors ambientals al llarg de l'embaràs o primers anys de vida és un risc per a la salut humana:

- A finals dels anys cinquanta en un poble pesquer del Japó, Minamata, va haver-hi una epidèmia de retard mental persistent i parèsia espàstica² en infants. Es va observar que en tots els casos les mares dels infants havien menjat marisc contaminat amb metilmercuri abocat per una fàbrica localitzada a la Badia de Minamata.
- A França, durant els anys seixanta, es va observar que era molt comú que els nadons nascuts d'aquelles mares que prenien alcohol durant l'embaràs de forma continuada, presentaven retard mental. Aquestes observacions van ajudar a identificar la coneguda síndrome alcohòlica fetal, que es caracteritza per trastorns crònics de salut mental i del desenvolupament en la descendència.
- Un altre fet històric conegut en el qual es va poder estudiar l'impacte de l'ambient en la salut infantil va ser "l'Hivern de la Fam" als Països Baixos. La població holandesa va passar per un període de fam generalitzada durant l'hivern del 1944-1945, que va permetre crear de forma "natural" una cohort de nadons que van ser concebuts durant aquest període i que van estar exposats a un entorn energèticament pobre durant la gestació. Es va veure que aquests infants tenien un major risc d'obesitat, d'intolerància a la glucosa i de presentar malalties cardiovasculars en comparació amb aquells infants nascuts abans del període de fam. És més, es va descobrir que els nadons que havien estat exposats a la fam durant el període prenatal tenien major risc d'esquizofrènia al llarg de l'edat adulta.

El fet de seguir els nadons fins l'edat adulta va permetre estudiar els orígens del desenvolupament de la salut i de la malaltia, el que es coneix com la "hipòtesi de Barker".

2. Parèsia espàstica o paràlisi cerebral espàstica és una malaltia en la qual a les persones afectades els hi és complicat controlar alguns o tots els músculs del seu cos, que tendeixen a estirar-se o a debilitar-se.

Figura 3. Exposicions durant l'embaràs i relació amb la salut i malaltia durant tota la vida.

Font: elaboració pròpia.



Exposicions ambientals

A continuació presentarem algunes de les exposicions ambientals que poden existir durant el període prenatal i els primers anys de vida i poden influenciar en la salut humana.

Figura 4. Principals exposicions ambientals. Font: elaboració pròpia.



- a) La contaminació atmosfèrica prové principalment de la combustió de combustibles fòssils (per exemple del motor dels cotxes), processos industrials i agricultura, incineració de residus, o processos naturals (per exemple dels volcans). Existeixen diferents contaminants atmosfèrics entre els quals hi ha: a) gasos com el monòxid de carboni (CO), el diòxid de carboni (CO₂), el diòxid de nitrogen (NO₂), l'ozó (O₃) o el sulfur de diòxid (SO₂); b) partícules en suspensió de diferent diàmetre conegudes en anglès com a *particulate matter* (PM₁₀, que tenen un diàmetre d'entre 10 i 2,5 micròmetres, i PM_{2.5}, que tenen un diàmetre igual o menor a 2,5 micròmetres); c) compostos orgànics com els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAPs). Tots aquestes compostos penetren majoritàriament a dins dels nostres cossos mitjançant la respiració.
- b) Els metalls i metal·loides es troben principalment a l'aigua, als aliments o a l'ambient. La seva presència ha augmentat en els últims anys degut a una major activitat industrial. És cert que a l'aigua i als aliments hi trobem alguns metalls essencials que són imprescindibles pel funcionament de l'organisme, tot i això quan aquests metalls es troben en concentracions superiors a les establertes com a "saludables" es converteixen en compostos tòxics i perillosos. Aquests compostos també es poden trobar a l'atmosfera en forma de pols, gasos o aerosols degut a l'activitat industrial, i a la combustió de fòssils, ja que es troben presents a la gasolina. Els principals metalls i metal·loides que poden tenir un impacte negatiu en la salut són el plom (Pb), el mercuri (Hg), el cadmi (Cd) o l'arsènic (As).
- c) Els compostos orgànics persistents (COPs), són un conjunt de substàncies químiques considerades com a una amenaça pel propi planeta i la salut humana. Es caracteritzen per ser capaces de romandre en el medi ambient durant llargs períodes de temps, ja que són resistent a la degradació. També tenen la capacitat d'acumular-se al teixit adipós (greix) dels organismes vius i incorporar-se a les cadenes tròfiques, el que es coneix com a bioacumulació. Finalment, poden ser transportades grans distàncies des de la seva font d'origen i distribuir-se per tot el planeta a través de l'aire, l'aigua o espècies migratòries. Aquests contaminants orgànics es generen en el procés de fabricació, ús i eliminació de productes químics orgànics com els plaguicides o agroquímics, així com quan es crema fusta, residus orgànics i sòlids, o carbó, i per l'emissió de fum per part dels cotxes i el tabac. Entre els diferents COPs hi trobem:
1. Compostos organoclorats com els policlorobifenils (PCBs), que es troben principalment en productes electrònics, revestiments de superfícies o pintures, o els dicloro-difenil-tricloroetà (DDT) o dicloro-difenil-dicloroetilè (DDE), que s'utilitzaven com a plaguicides en el passat per controlar els insectes en el món de l'agricultura.

2. Les substàncies perfluoroalquilades (PFASs, de l'anglès *per- and polyfluoroalkyl substances* o PFOAs, àcid perfluorooctanoic) que es poden trobar en envasos d'aliments que contenen aquestes substàncies, productes domèstics comercials, a l'aigua potable, a l'ambient i també en els propis organismes vius.
 3. Els èters de polibromodifenil (PBDEs) que actuen com a retardants de flama, i es troben en diferents productes com televisors o ordinadors antics, als mobles o indumentària tèxtil.
- d) Pesticides com els organofosfats o els piretroides utilitzats actualment com a insecticides. Aquests són compostos orgànics l'exposició als quals es pot donar en diferents escenaris: exposició en el lloc de feina, exposició ambiental en aquelles comunitats que viuen en àrees on hi ha una producció agrícola intensiva i a través de la dieta en la població general.
- e) Els químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics com els ftalats o el bisfenol A (BPA). Els primers es poden trobar en els productes de cosmètica, en plàstics, catifes, materials de construcció així com en joguines o productes mèdics i de neteja. En canvi, el BPA és una substància química que s'utilitza principalment per l'elaboració de materials plàstics i de resines, de manera que s'utilitza per crear envasos d'aliments com podrien ser les ampolles, o altres recipients que serveixen per conservar-los. Té la capacitat de migrar als aliments i a les begudes, i actualment està prohibit el seu ús per la fabricació de biberons per lactants, i gots o biberons que estiguin destinats a infants.
- f) L'exposició al soroll causada principalment pel tràfic de cotxes (i altres mitjans de transport com les motocicletes, els autobusos, etc.) i que pot afectar a tota la població general, encara que també pot estar associada a l'àmbit laboral.
- g) Finalment, tenim l'exposició als espais verds la qual ha anat guanyant interès en les últimes dècades ja que s'ha relacionat amb diferents efectes positius per la salut humana i el benestar, a nivell físic, mental, social, així com respecte la inequitat en salut.

Consideracions biològiques

El període prenatal i els primers anys de vida es consideren etapes de gran vulnerabilitat pel que fa a les exposicions ambientals. És cert que aquestes exposicions ambientals poden influenciar en tots els sistemes i òrgans del cos, però hi ha alguns que són més sensibles que d'altres com per exemple el sistema nerviós. Altres sistemes com el cardiovascular, el respiratori, el reproductiu o l'immunitari també es poden veure afectats pels diferents factors ambientals durant els primers anys de vida. Tant és així, que hi ha un conjunt d'exposicions que si es donen durant els primers anys de vida tenen la capacitat d'augmentar el risc de desenvolupar determinades malalties al llarg de l'edat adulta després d'un període de latència.



Durant l'embaràs existeixen barreres físiques que protegeixen el fetus com per exemple la placenta, tot i que, aquesta és una defensa incompleta. En els últims anys s'han trobat restes de compostos a la sang del cordó umbilical o a la mateixa placenta, els quals provenien d'exposicions ambientals. Entre aquests, la cotinina (metabòlit de la nicotina) present en el tabac, o també partícules de contaminació atmosfèrica. Aquestes troballes demostren que algunes exposicions ambientals poden travessar la barrera placentària i provocar que el fetus estigui directament

exposat als mateixos factors ambientals que la seva mare. D'aquesta manera, el funcionament de la placenta, un òrgan essencial que facilita la nutrició, la respiració i l'excreció per part del fetus, es veu afectat, cosa que altera el desenvolupament del fetus.

Dependent de l'etapa de l'embaràs en la qual hi ha l'exposició ambiental, els efectes en la salut i en el desenvolupament del fetus varien. Per exemple, s'ha vist que el mecanisme a través del qual la contaminació atmosfèrica pot donar lloc a efectes adversos en la salut humana està relacionat amb l'estimulació crònica d'un conjunt de cèl·lules que hi ha al cervell (cèl·lules microglials) i també d'un procés que s'hi porta a terme anomenat mielinització (en aquest procés es recobreixen les fibres nervioses amb una substància anomenada mielina que estimula i facilita la transferència d'informació entre les neurones). La mielinització comença al voltant de la setmana vint de l'embaràs, arriba al seu punt màxim cap a la setmana trenta-quatre i continua activament durant els primers anys de vida. És per això, que el període que va des de mitjans de la gestació fins als dos primers anys de vida es considera el més vulnerable si el factor ambiental en qüestió afecta al procés de mielinització.

Durant les últimes dècades hi ha hagut un increment d'estudis que avaluen els efectes de les principals exposicions ambientals durant el període prenatal i els primers anys de vida en la salut humana. En els següents apartats hi podreu trobar una breu descripció de les diferents associacions que s'han vist fins al moment entre algunes d'aquestes exposicions ambientals i el creixement fetal i la prematuritat, el neurodesenvolupament, la salut respiratòria i el sistema immunitari, així com el creixement al llarg de la infància, l'obesitat i la salut cardiovascular.

Creixement fetal i prematuritat

En aquest apartat us donarem quatre pinzellades de l'evidència existent que hi ha sobre la possible relació entre estar exposat a determinats factors ambientals i el creixement fetal i la prematuritat.

Per una banda, el creixement fetal correspon al pes que té el nadó al néixer, i normalment es diferencia entre normopès (per sobre dels 2.500 grams), baix pes al néixer (entre 1.500 grams i 2.500 grams) i molt baix pes al néixer (per sota dels 1.500 grams) respecte aquells nadons que no són prematurs. S'ha vist que alteracions en el creixement fetal poden estar associades amb un pitjor estat de salut del nadó i amb condicions adverses en la salut al llarg de la vida (per exemple malalties cardiovasculars durant l'edat adulta).



Dependent de l'etapa de l'embaràs en què es troba l'exposició ambiental, els efectes en la salut i el desenvolupament del fetus varien.



Diverses exposicions ambientals tenen la capacitat d'afectar el creixement fetal, donant lloc a un pes baix en néixer o una edat gestacional menor.

Per altra banda, la prematuritat està basada en una mesura coneguda com a edat gestacional, la qual fa referència a les setmanes que passen des del primer dia de l'últim període menstrual i el naixement, d'aquesta manera es considera que un nadó és prematur quan l'edat gestacional es troba per sota de les trenta-set setmanes. Respecte la prematuritat s'ha descobert que està relacionada amb un increment de la mortalitat perinatal (període que va des de les vint-i-dues setmanes de gestació fins a les primeres quatre setmanes de vida del nadó) i també amb la morbiditat a llarg termini.

Diverses exposicions ambientals tenen la capacitat d'afectar el creixement fetal, donant lloc a un baix pes al néixer o una edat gestacional menor. Es creu que aquestes exposicions incideixen en el funcionament i desenvolupament de tots els òrgans al llarg de l'embaràs, en particular de la placenta, el qual com ja sabem és essencial pel correcte creixement del fetus.

Contaminació atmosfèrica

Els principals contaminants atmosfèrics estan relacionats amb el tràfic, i amb el món industrial. Durant l'any 2010 i 2011, es van publicar diferents estudis que conclouien que existia una relació entre l'exposició a partícules en suspensió i efectes adversos en el creixement fetal, així com entre el SO₂ i la prematuritat. Des d'aquell moment, ha anat augmentant considerablement l'evidència que mostra una connexió entre la contaminació atmosfèrica i un major risc de tenir un part prematur, així com baix pes al néixer. Per exemple, es va analitzar informació de catorze estudis europeus diferents i es va veure que augmentava el risc de tenir baix pes al néixer si el fetus havia estat exposat al llarg del període prenatal a determinades concentracions de PM_{2.5}. Una altra anàlisi realitzada a la Xina va mostrar que no només augmentava el risc a presentar un baix pes al néixer, sinó que també incrementava el risc a tenir un part prematur. És per això que actualment es considera que sí existeix una connexió entre estar exposat a la contaminació atmosfèrica durant l'embaràs i presentar efectes adversos relacionats amb el creixement fetal.

Metalls

Alguns dels metalls avaluats són el plom, el mercuri, el cadmi o l'arsènic. En el cas del plom s'ha vist que tot i que els nivells d'exposició siguin baixos hi ha una associació amb el pes i la longitud en néixer, o l'edat gestacional. Respecte el mercuri, hi ha diversitat de resultats ja que alguns estudis no mostren associacions, però d'altres sí que han trobat una relació entre l'exposició i el pes al néixer i el desenvolupament fetal. L'exposició al cadmi i a l'arsènic també s'ha relacionat amb un baix pes al néixer, i a una disminució de l'edat gestacional pel que fa al cadmi.

Contaminants orgànics persistents

Un dels principals contaminants orgànics persistents, els PCBs s'han associat directament amb el creixement fetal, principalment amb el baix pes al néixer, però no amb una edat gestacional menor. Pel que fa als coneguts com a PFASs, els quals poden persistir en l'ambient durant llargs períodes de temps i presenten diferents camins per arribar fins als cos humà, s'han associat amb el pes al néixer, tot i que alguns estudis no mostraven una evidència molt consistent. Finalment respecte els PBDEs, utilitzats majoritàriament com a retardants de la flama en mobiliari o material electrònic, el nombre d'estudis publicats és limitat de manera que l'evidència és insuficient per dir que estar exposat a alts nivells d'aquest contaminant impliquen alteracions en el creixement fetal o complicacions en el naixement.

Pesticides

En el cas dels pesticides, s'ha vist que estar exposat a ells durant el període prenatal pot implicar alteracions en el creixement fetal. Tot i això, com a curiositat, hi ha alguns estudis que mostren que aquesta associació només existia en un subgrup de la població que coincidia amb el fet que tenien baixa capacitat per eliminar el compost tòxic del seu cos. L'evidència existent respecte l'associació entre l'exposició prenatal als pesticides i la prematuritat és limitada, ja que el nombre d'estudis que mostren una connexió entre el factor ambiental i l'efecte en salut és baix. És per això, que es necessiten més estudis que permetin determinar si l'exposició a pesticides tant en l'àmbit laboral com a casa pot tenir una influència en el creixement fetal i el risc de tenir un part prematur.

Químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics

Pel que fa als químics que es troben principalment als cosmètics, als plàstics o als productes de neteja (ftalats) l'evidència que hi ha fins al moment també és inconsistent. Existeixen diversos estudis que han analitzat la relació entre l'exposició als ftalats i el pes al néixer o l'edat gestacional, tot i això hi ha varietat de resultats. Alguns d'ells no mostren associació i d'altres només associació amb algun subgrup d'aquests compostos. Es creu que aquests compostos tenen una vida mitja molt curta, és a dir, que el temps que els tenim a dins del cos humà després d'haver-nos-hi exposat és molt curt, de manera que és difícil determinar les quantitats d'exposició o la seva presència real. La inconsistència de resultats també es presenta en el cas del BPA que és també un compost químic que s'utilitza per la fabricació de plàstics, i la seva exposició encara no s'ha associat a complicacions adverses durant el naixement.



Soroll

El soroll és un factor ambiental que està majoritàriament relacionat amb el tràfic, sobretot a les ciutats. Actualment hi ha pocs estudis que hagin avaluat la relació entre el soroll i la presència de complicacions al naixement. Tot i això, algunes investigacions han estudiat l'impacte del soroll provinent dels avions, de les carreteres i de les autopistes, i han vist que la possible associació amb el baix pes al néixer o la prematuritat és insuficient. Alguns estudis han vist que no hi ha associació amb tenir un part prematur, o que l'evidència és limitada respecte el pes al néixer.

Espais verds

Cada vegada hi ha més interès en l'impacte en salut que pugui tenir estar exposat a espais verds. Es creu que aquesta exposició a espais verds o a espais verds localitzats en zones urbanes podria ajudar a incrementar el pes al néixer. Tot i això, hi ha poques investigacions fins al moment, i alguns estudis no han trobat una associació directe i en conseqüència l'evidència disponible, és actualment limitada.

Neurodesenvolupament

El desenvolupament del cervell és el procés a través del qual les neurones es formen i maduren, i està diferenciat en sis etapes: proliferació, migració, diferenciació, sinaptogènesi (que és la formació de les sinapsi, que són les connexions entre neurones), mielinització i apoptosi. Aquest procés s'inicia durant l'embaràs i segueix fins al final de l'adolescència. L'exposició a factors ambientals durant aquest període pot donar lloc a una alteració del desenvolupament del cervell i afectant a la cognició, com per exemple: disminuint el coeficient intel·lectual, o augmentant el risc de presentar diferents trastorns de comportament com l'autisme o el trastorn per dèficit d'atenció amb hiperactivitat (TDAH).

Contaminació atmosfèrica

Diverses investigacions ja han observat una associació entre l'exposició a determinades concentracions de partícules en suspensió (PM_{2.5}) i el diagnòstic d'autisme.

També s'han descobert connexions entre l'exposició durant l'embaràs i al llarg de la infància amb una disminució de la funció cognitiva (relacionada amb el coeficient intel·lectual que és la capacitat de processament d'informació per part de l'individu) i problemes neuroconductuals. Específicament per l'exposició durant la infància s'ha vist que aquells infants que anaven a escoles amb alts nivells de contaminació relacionada amb el tràfic presentaven un desenvolupament cognitiu més lent al llarg d'un any, així com altres alteracions cognitives relacionades amb la contaminació rebuda durant el camí de l'escola a casa i viceversa, o afectacions en la capacitat d'atenció degut a la contaminació a curt termini (en les últimes vint-i-quatre hores).

Finalment, com s'han vist afectacions específiques en determinades zones del cervell, es creu que aquestes podrien ajudar a explicar el perquè dels efectes observats a nivell cognitiu.

Metalls

En aquest apartat és important tenir en compte que el plom, el metilmercuri i l'arsènic són reconeguts com a compostos neurotòxics, i que per tant, ja s'ha descobert que tenen la capacitat d'alterar greument el sistema nerviós i provocar dany cerebral.



L'exposició a factors ambientals durant aquest període pot donar lloc a una alteració del desenvolupament del cervell afectant els processos cognitius.

Les troballes que s'han fet per l'impacte de baixes concentracions de metilmercuri durant l'embaràs han tingut molta controvèrsia, ja que en alguns casos s'ha vist l'efecte a nivell cognitiu i neuropsicològic però en d'altres no s'han observat associacions. Això pot ser degut a que el peix, que és la principal font de metilmercuri, també té greixos essencials que són beneficiosos pel desenvolupament cerebral. Respecte el neurocomportament, l'exposició al mercuri a nivell prenatal i durant la infància està associada amb l'autisme i el TDAH.

En l'estudi de l'efecte del plom, hi ha més varietat i és difícil separar si l'impacte ve donat per una exposició prenatal o durant els primers anys de vida. Hi ha moltes més investigacions que estudien l'exposició durant la infància i mostren que hi ha relació amb la funció cognitiva, el risc de TDAH i altres alteracions del comportament durant l'edat adulta.

Pel que fa al cadmi, hi ha evidència del seu impacte en el desenvolupament cognitiu i trastorns del comportament, però pocs estudis respecte al TDAH.

Finalment, l'exposició a l'arsènic s'ha associat amb una disminució del coeficient intel·lectual, amb el desenvolupament cognitiu, i alguns trastorns neuroconduccional. És interessant en aquets cas, que un estudi d'intervenció va observar que si es reduïen les concentracions d'arsènic a l'aigua que bevien un grup d'infants, aquests presentaven una millora en un tipus de memòria que és diu memòria de treball.

Contaminants orgànics persistents

L'any 2015 es va publicar una revisió que recollia l'evidència dels últims deu anys sobre l'associació entre l'exposició durant l'embaràs i els primers anys de vida als PCBs i alteracions en el desenvolupament neuronal i trastorns del comportament.

Pesticides

Respecte el neurodesenvolupament, l'exposició als pesticides és una de les exposicions amb major evidència i de més qualitat, ja que es coneix que alguns dels components dels pesticides són neurotòxics, és a dir que tenen la capacitat d'alterar greument les funcions del sistema nerviós.

L'exposició a nivell prenatal s'ha relacionat amb una reducció en la puntuació del coeficient intel·lectual i amb altres mesures del desenvolupament mental i psicomotor de l'infant. Pel que fa a l'exposició durant els primers anys de vida hi ha pocs estudis i molts d'ells presenten resultats inconsistents.

Químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics

Com hem comentat anteriorment tenim els ftalats i el BPA dins el grup de químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics. En el cas dels ftalats s'ha estudiat l'exposició a aquests compostos durant l'embaràs i s'ha vist que els infants exposats poden presentar un desenvolupament psicomotriu menor, i en el cas de l'exposició durant la infància un coeficient intel·lectual més baix. Encara hi ha dubtes en relació a l'associació entre els ftalats i el desenvolupament del trastorn autista.

Pel que fa al BPA hi ha inconsistències en l'impacte que pot tenir la seva exposició a nivell neuronal, de si el sexe biològic té alguna implicació i de si és l'exposició prenatal o durant la infància la que hi incideix. S'han observat associacions amb les funcions executives o cognitives.

Soroll

En el cas del soroll, gran part dels estudis miren l'exposició durant els primers anys de vida i la seva relació amb el neurodesenvolupament. La major part de l'evidència respecte aquesta exposició determina una relació amb la memòria a llarg termini, la comprensió lectora o trastorns en la conducta a nivell emocional o hiperactivitat, tot i que l'evidència en alguns casos mostra inconsistències o és insuficient.

Espais verds

La majoria dels estudis també han avaluat l'exposició durant la infància als espais verds i el seu impacte en el neurodesenvolupament. S'ha observat que estar exposat a aquests ambients naturals i/o verds aporta efectes beneficiosos a l'infant respecte la capacitat d'atenció i la cognició. Tot i això són estudis molt preliminars, i l'evidència és limitada, de manera que per poder determinar clarament l'efecte beneficiós d'aquests ambients és necessari portar a terme més recerca.

Salut respiratòria i sistema immunitari

El desenvolupament dels pulmons i del sistema immunitari s'inicia durant l'embaràs i continua al llarg de la infància. Determinats contaminants ambientals tenen la capacitat d'alterar el desenvolupament del sistema respiratori i immunitari, disminuint la capacitat de lluitar contra les infeccions, reduint la funció pulmonar o incrementant el risc de desenvolupar asma o al·lèrgies.

Contaminació atmosfèrica

Un conegut estudi anomenat ESCAPE, va observar associacions entre l'exposició a la contaminació relacionada amb el tràfic al naixement i el risc de desenvolupar pneumònia durant la infància, i una reducció de la funció pulmonar quan l'exposició era durant els primers anys de vida. Altres estudis han observat més risc d'asma, de desenvolupar pneumònia, o altres malalties del tracte respiratori. La consistència de les troballes que s'han fet fins al moment, implica que l'associació entre la contaminació atmosfèrica i la salut respiratòria estigui àmpliament acceptada.

Metalls

Hi ha pocs estudis que mostrin una connexió entre els metalls pesants i el sistema respiratori o immunitari. En alguns casos s'ha observat una relació entre l'exposició durant l'embaràs al plom i la presència d'asma en l'infant, resultats semblants s'han trobat per l'exposició al mercuri durant la infància. Respecte l'arsènic, hi ha poca evidència, però la que existeix mostra que l'exposició durant l'embaràs podria estar relacionada amb infeccions respiratòries i/o pneumònia posteriorment (entre els set i el disset anys d'edat). En canvi, la investigació de l'exposició a l'arsènic durant els primers anys de vida és limitada.

Contaminants orgànics persistents

Respecte els contaminants orgànics persistents, és important esmentar que no més per alguns dels compostos que formen part d'aquest grup s'han observat associacions amb un augment del risc de desenvolupar asma, infeccions del tracte respiratori, dermatitis atòpica o altres afectacions en el sistema immunitari. Per exemple, l'exposició prenatal als PCBs i a les dioxines s'ha associat amb infeccions respiratòries, i l'exposició durant la infància als PCBs amb una resposta immunitària menor.

Per altra banda, l'exposició a PFASs (tant prenatal com als primers anys de vida) pot donar lloc a una disminució de la resposta immunitària durant la infància, i a una menor protecció a llarg termini. En molts casos no s'ha trobat una relació amb l'asma, la funció pulmonar o les al·lèrgies, i és més probable que sigui l'exposició durant la infància la que tingui efecte en el sistema immunitari i respiratori.

Finalment, en el cas dels PBDEs no s'han observat associacions, de manera que són necessaris més estudis per determinar la possible relació entre l'exposició i les condicions adverses en salut.

Pesticides

Existeixen pocs estudis que observin la relació entre l'exposició a pesticides i malalties respiratòries, tot i això l'exposició prenatal podria estar relacionada amb afeccions respiratòries als cinc i set anys d'edat, i amb el risc de refredats, o resposta immunitària. A nivell de l'exposició que es dona durant la infància, s'ha observat una reducció de la funció pulmonar als set anys, però l'evidència és molt limitada.



Químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics

En el cas dels ftalats, s'ha observat que l'exposició a aquests compostos durant l'embaràs pot estar associada a dermatitis atòpica, asma, infeccions respiratòries, o al·lèrgies durant la infància. Pel BPA, les principals troballes han estat que l'exposició a aquest químic durant l'embaràs està associat a un increment del risc de síbilància (soroll que es produeix durant la respiració per culpa del bloqueig parcial de les vies respiratòries), disminució de la funció pulmonar i augment d'infeccions de pit durant els primers anys de vida. També s'han observat algunes d'aquestes associacions quan l'exposició es donava a la infància.

Soroll

Hi ha hipòtesis de que el soroll podria afectar el sistema respiratori i immunitari, però la poca evidència que hi ha és en adults.

Espais verds

Es creu que l'exposició a espais verds podria tenir una influència en l'asma i les al·lèrgies, però fins al moment els estudis existents no mostren cap associació consistent.

Creixement durant la infància, obesitat i salut cardiovascular

En aquest apartat, és important conèixer el que s'anomena la hipòtesi dels "obesògens ambientals", la qual explica que hi ha una sèrie de compostos químics que tenen la capacitat d'influir i canviar els patrons de creixement, provocant el guany de pes, l'obesitat, i altres malalties relacionades amb l'obesitat. Hi ha diverses exposicions ambientals que es donen durant l'embaràs o en la infància, les quals tenen la capacitat de modificar aquests patrons i d'incidir en la salut cardiomètabòlica i el creixement del cos humà durant els primers anys de vida.

Contaminació atmosfèrica

Estar exposat a determinades partícules en suspensió al llarg de l'embaràs pot estar associat amb un increment de l'índex de massa corporal (IMC) durant la infància, així com un increment dels nivells de pressió sanguínia. Pel que fa a l'exposició durant els primers anys de vida (PM₁₀, NO₂, SO₂ i O₃), s'ha vist que hi ha un

increment del risc de presentar obesitat durant la infància o hipertensió, quan l'exposició es porta a terme durant un llarg període de temps (entre un mes i un any). Altres estudis no observen cap associació, i en alguns casos l'exposició a la contaminació atmosfèrica que prové del tràfic és la que està associada amb un augment ràpid del pes i l'obesitat infantil.

Metalls

Per una banda, en el cas dels metalls, s'ha vist que l'exposició (cadmi, arsènic, mercuri o plom) tant durant l'embaràs com en els primers anys de vida està associada amb un retard en el creixement i un increment del risc d'obesitat. Tot i això, per l'exposició durant els primers anys de vida, altres estudis no han vist associacions o aquestes anaven en la direcció contrària a l'esperada. Per altra banda, l'associació amb la pressió sanguínia és més variada, no tots els estudis mostren els resultats que esperaríem fent que l'evidència respecte aquest factor de risc sigui més limitada.

Contaminants orgànics persistents

Dins dels compostos organoclorats hi trobem el DDE, l'exposició del qual durant l'embaràs pot estar associat amb un guany de pes accelerat durant la infància, o un major risc de desenvolupar obesitat infantil. L'evidència respecte els PCBs, un altre grup de compostos organoclorats, és limitada i poc consistent. Si l'exposició a aquests compostos es dona durant els anys previs a l'edat pubertal, els resultats suggereixen un retard en el creixement entre els vuit i els dinou anys d'edat, i quan l'exposició es dona en els primers anys de vida hi ha un major risc de presentar obesitat entre els cinc i els nou anys d'edat.

En el cas dels PFASs, s'ha observat que és majoritàriament l'exposició prenatal als PFOAs (un tipus de PFASs) la que està associada de forma directa amb el creixement infantil, valors més alts d'IMC i més risc de sobrepès al llarg de la infància. L'exposició a aquests factors ambientals durant la infància es creu que té menys impacte en el pes de l'infant. Pel que fa a la salut cardiovascular, alguns compostos que es consideren del grup dels PFASs sí que s'ha observat que estan relacionats amb una major concentració de lípids, o augment de la pressió sanguínia, tot i que, alguns estudis no observen aquestes associacions.

Existeix poca evidència de l'associació entre l'exposició als PBDEs i l'obesitat infantil; és més, part d'aquestes investigacions mostren resultats que difereixen entre ells respecte si l'exposició està relacionada amb un increment o una disminució de l'IMC durant els primers anys de vida, o si afecta al creixement i al pes.

Pesticides

L'exposició a pesticides s'hipotitza que podria estar relacionada amb la pressió sanguínia i una disminució de l'IMC però el nombre d'estudis és tan baix que tot és preliminar.

Químics presents en els productes d'higiene personal i als plàstics

Els resultats respecte l'impacte dels químics presents en productes d'higiene personal (ftalats) i als plàstics (BPA), són en gran part inconsistents. L'exposició prenatal als ftalats no s'ha pogut determinar si està associada amb un augment o una disminució de l'IMC, o amb els nivells de pressió sanguínia. Pel que fa a l'exposició postnatal, diversos estudis han vist un increment de l'IMC o un retard en el creixement, així com un augment de la pressió sanguínia o resistència a la insulina. Un recull de trenta-tres estudis que miraven l'associació entre l'exposició al BPA (durant la infància i l'edat adulta) i el seu impacte en la salut cardiovascular van mostrar resultats significatius per risc d'obesitat, hipertensió i malalties cardiovasculars. Quan mirem l'exposició prenatal, els resultats són insuficients i mostren associacions tant positives, com negatives, o simplement la no existència d'associació.

Soroll

Com hem vist fins ara, el soroll es considera majoritàriament un factor de risc. Pel que fa a la seva relació amb l'obesitat o la salut cardiovascular, l'evidència és limitada. S'ha vist que una major exposició al soroll podria estar associada amb un increment del creixement als set o vuit anys d'edat, i també podria ser que hi hagués una relació amb el risc de sobrepès als set anys. Tot i això, el nombre d'estudis és escàs, i alguns estudis no mostren associacions, de manera que fins al moment la possible associació entre aquesta exposició i les condicions de salut observades en els infants és inconsistent.

Espais verds

La major part d'estudis han estudiat l'impacte de l'exposició als espais verds durant la infància respecte la salut cardiometabòlica. Alguns estudis han vist que l'exposició a espais verds està relacionada amb una disminució del risc d'obesitat/sobrepès en infants. Aquest fet podria suggerir que aquest factor ambiental té un paper protector en la salut de les nenes i nens durant la infància, repercutint després en les condicions de salut que podrien presentar en la seva etapa adulta.

“Exposoma”

Com hem vist al llarg del capítol durant l'embaràs i els primers anys de vida, el nombre de factors ambientals als que estem exposats és elevat, i la major part d'ells poden tenir un efecte en la nostra salut a curt o a llarg termini. És per això, que en les últimes dècades la manera d'estudiar aquestes exposicions ha anat canviant, ja que no només estem exposats a un factor sinó a una combinació de molts d'ells. En aquest context apareix el concepte “exposoma”, definit com el conjunt d'exposicions ambientals que rebem al llarg de tota la nostra vida (incloent també el període prenatal), i ofereix d'alguna manera la possibilitat d'estudiar moltes exposicions de forma simultània.

Dins de l'estudi de l'exposoma, hi trobem totes les exposicions a nivell personal com podrien ser les relacionades amb l'estil de vida (dieta, activitat física...), les exposicions externes relacionades principalment amb l'ambient (soroll, trànsit, contaminació atmosfèrica...) i les respostes biològiques del nostre cos relacionades (inflamació, expressió genètica...). És per això que tenir informació de totes aquestes vessants de l'exposoma ens permet establir relacions entre les exposicions personals, les externes i les respostes biològiques del nostre cos, i així veure'n les connexions i establir el camí sencer fins arribar als efectes adversos en salut que nosaltres veiem i coneixem.

Figura 5. L'exposoma. Font: ISGlobal.



Es coneix com a “exposoma” el conjunt d'exposicions ambientals que rebem al llarg de tota la nostra vida.

Conclusions

Com hem vist al llarg del capítol hi ha una gran quantitat d'investigacions i d'evidència que dona suport a l'impacte que poden tenir les exposicions ambientals durant els primers anys de vida (incloent el període prenatal i la infància), sobre l'estat de salut dels infants.

Hi ha evidència molt consistent pel que fa a l'associació entre estar exposat a contaminació atmosfèrica o a PCBs (un compost orgànic persistent) amb el creixement fetal, així com en la relació que existeix entre alguns metalls (plom i metilmercuri) o compostos orgànics persistents i alteracions en el neurodesenvolupament, o també el paper de la contaminació atmosfèrica envers l'aparició de complicacions en el sistema respiratori. Existeix menor informació sobre l'associació dels PFASs amb el creixement fetal, l'associació del plom, els PCBs o la contaminació atmosfèrica amb l'autisme o el TDAH, l'associació de la contaminació atmosfèrica o dels PBDEs amb el desenvolupament cognitiu, així com l'associació de diferents pesticides o compostos orgànics persistents amb la salut respiratòria i immunitària o l'obesitat infantil.

trobar diverses exposicions, i això és també un repte que hem d'afrontar i al que ens hem d'adaptar tots aquells que fem investigació en aquest camp.

Actualment hi ha també molt d'interès en estudiar l'impacte del soroll i dels espais verds durant la infància, ja que s'ha vist que el soroll pot estar relacionat amb la comprensió de la lectura i la memòria a llarg termini, i que l'exposició als espais verds pot influenciar el desenvolupament cognitiu dels infants. Tot i això, les proves que hi ha fins al moment són encara insuficients o incoherents perquè hi ha pocs estudis que siguin de qualitat o comparables entre ells. Sabem que els diferents efectes en la salut infantil que hem comentat al llarg del capítol poden ser precursors de la morbiditat i la mortalitat a l'edat adulta. És més, el cost de les malalties associades amb aquestes conseqüències poden ser considerables: la contaminació atmosfèrica provocada per partícules és el principal factor ambiental que contribueix a la càrrega mundial de morbiditat i l'exposició al soroll està classificat com el segon factor ambiental que més contribueix a nivell europeu.

Molts dels efectes observats són irreversibles i tenen conseqüències a llarg termini, de manera que s'ha d'intentar al màxim no exposar les següents generacions a possibles factors ambientals de risc durant els primers anys de vida. Al llarg de la història s'ha vist que les intervencions generades per la salut pública han reduït en gran mesura els danys provocats per determinats factors ambientals com podria ser el cas de l'exposició precoç al plom o al tabaquisme passiu. Tot i això, van ser necessàries dècades d'investigació per generar les proves suficients per poder justificar les mesures que es van adoptar. Com a conseqüència, en aquest context, aplicar el principi de precaució (adoptar determinades mesures sobre qüestions que poden ser perjudicials sense que hi hagi una certesa científica absoluta), seria una bona opció, i així poder crear de forma ràpida les mesures per protegir amb urgència el període de l'embaràs i els primers anys de vida dels factors ambientals de risc, o estimular-ne l'exposició d'aquells factors que són protectors. Donat que la formulació de polítiques acostuma a ser lenta, sabem que les famílies poden necessitar assessorament per comprendre la importància de reduir, evitar o estimular determinades exposicions ambientals al llarg de la gestació com podria ser l'exposició al plom, a la contaminació atmosfèrica o als espais verds. És per això que existeixen altres perfils professionals reconeguts en el món de la salut que estan al servei de les famílies i que han elaborat diferents documents amb recomanacions per exemple per l'exposició al tabac, al mercuri o al plom, i que també creen i participen activament en programes de protecció i promoció de la salut.

Com a conclusió, podríem dir que els primers anys de vida són un període vulnerable d'exposició als diferents factors ambientals pel que fa a la salut dels infants i a les conseqüències en salut que puguin aparèixer a llarg termini. És per tot això que aquesta etapa vulnerable necessita una protecció especial, la implicació de tota la societat, intervencions per part de la salut pública i incrementar-ne la consciència de la població de forma activa i inclusiva.

Sabem que en el món que ens envolta actualment és gairebé impossible créixer en un ambient lliure totalment d'exposicions ambientals; tot i això, existeixen maneres i accions que podem prendre per tal de disminuir-ne els nivells d'exposició.

Tot seguit us presentem dues infografies en les quals hi podeu trobar algunes recomanacions per promoure un embaràs saludable i prevenir l'exposició a compostos químics.

Figura 7. Recomanacions generals per promoure un embaràs saludable.
Font: basat i adaptat del *American College of Obstetricians and Gynecologist*.



És gairebé impossible créixer en un ambient lliure totalment d'exposicions ambientals; tanmateix, hi ha maneres i accions que podem prendre per disminuir els nivells d'exposició.

Figura 8. Deu consells per prevenir l'exposició a compostos químics durant i després de l'embaràs. Font: basat i adaptat en les recomanacions de la Federació de Ginecologia i Obstetrícia (FIGO), la Universitat de Califòrnia – San Francisco (UCSF) i l'Aliança per a la Salut i l'Ambient (HEAL).



Bibliografia

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., Petrucci, 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. Bloemsmas, L. D., Wijga, A. H., Klompaker, 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](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. & Kippner, 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. Davvand, P., Tischer, C., Estarlich, M., Llop, S., Dalmau-Bueno, A., López-Vicente, M., Valentín, A., de Keijzer, C., Fernández-Somoano, A., Lertxundi, N., Rodríguez-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. Davvand, P., Villanueva, C. M., Font-Ribera, L., Martínez, 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., & Davvand, 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 Cauwenbergh, 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., Thiébauges, 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., Rössli, 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., Cyrus, J., Eeftens, M., Flexeder, C., Fuentes, E., Heinrich, J., Hoffmann, B., de Jongste, J. C., Kerkhof, M., Klümper, C., Korek, M., Mölter, A., Schultze, 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., Fernández-Barres, S., Romaguera, D., Vioque, J., Llop, S., Ibarluzea, J., Guxens, M., Avella-García, C., Tardón, A., Riaño, I., Andiaarena, 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 congenere-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., Cyrus, 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. Mølter, 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., Thavorniyutikarn, 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., Gruziova, 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](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., Amarasiwardena, 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., Gruziova, 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. Skrüder, 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., Agjer, 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., Köhler, 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 glycemie 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., Kvale, 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., Luccisano, 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 environmental 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 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 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. Des de la prevenció de neurotòxics ambientals, a la promoció del neurodesenvolupament infantil

Aritz Aranbarri

PhD. Neuropsicòleg clínic infantil. Facultatiu especialitzat en TEA i neurodesenvolupament primerenc. UnimTEA - Unitat multidisciplinària del Trastorn de l'Espectre de l'Autisme. Àrea de Salut Mental. Servei de Psiquiatria i Psicologia Infantil i Juvenil. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona i Institut de Recerca Sant Joan de Déu.

Marcelo Andrade

Pediatre consultor responsable de consultes externes de Pediatria General de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona. Referent Clínic del Programa Vincles amb Primària de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Quan parlem de neurodesenvolupament, ens referim al desenvolupament del cervell que, si bé té lloc durant tota la vida, és un procés que es dona més intensament durant l'etapa prenatal (abans de néixer), la infantesa (sobretot els primers cinc anys de vida) i l'adolescència, essent la manera com el nostre organisme aconsegueix adaptar-se al medi que l'envolta.

Quan ens referim als trastorns del neurodesenvolupament, ens referim a aquelles alteracions del curs "típic" del desenvolupament cerebral, que poden afectar el desenvolupament d'habilitats com parlar, caminar o altres habilitats motores que ens permeten moure'ns en l'espai o coordinar els nostres moviments, atendre, socialitzar-nos, entre d'altres. Aquestes habilitats en termes generals ens permeten poder aprendre i respondre als diferents àmbits de la vida quotidiana: llar, escola-treball i societat.

Per això, la cura i la promoció del neurodesenvolupament infantil són molt importants, ja que les conseqüències de les alteracions del seu desenvolupament

determinen conseqüències no només individuals, sinó també familiars i socials, a causa de l'impacte socioeconòmic i sanitari que generen.

Cada cop es detecten amb més freqüència alteracions del neurodesenvolupament en nens, nenes i adolescents. S'estima que aproximadament el 20 % dels menors de divuit anys presenta alguna alteració o dificultat lligada al neurodesenvolupament. Aquestes alteracions solen ser el resultat d'interaccions complexes entre factors ambientals i genètics, principalment en períodes d'alta vulnerabilitat com l'etapa prenatal i els primers anys de vida. En els darrers anys, nombrosos estudis científics destaquen el paper que tenen els contaminants ambientals en l'augment de la prevalença d'aquest tipus de trastorns.



Aproximadament el 20 % dels menors de divuit anys presenta alguna alteració o dificultat associada al neurodesenvolupament.

Estudis realitzats tant amb animals com amb éssers humans han demostrat que una varietat de substàncies químiques (la majoria d'origen industrial), trobades tant als nostres entorns naturals com en les nostres llars poden interaccionar amb la nostra herència genètica i contribuir a diferents alteracions del neurodesenvolupament. Aquests estudis es basen primer en recollir la quantitat d'aquelles substàncies a les quals estem exposats que entren al nostre organisme (estudiant els nivells químics a què estem exposats en aigua, aire, aliments i materials amb què interaccionem, i després mesurar aquestes mateixes substàncies en sang). Això permet estudiar la relació d'aquests nivells (per exemple, nivells de mercuri en sang del cordó umbilical del nadó) amb l'efecte del neurodesenvolupament en els primers anys de vida (per exemple, l'inici del llenguatge).

L'entorn familiar i social és fonamental perquè els nens, nenes i joves assoleixin el màxim potencial des del punt de vista del neurodesenvolupament, i les habilitats que es desenvoluparan per respondre al medi. El desenvolupament d'aquestes habilitats es relaciona no només amb el bon estat nutricional, sinó també amb les experiències socioemocionals, l'accés a contextos enriquits i els materials estimulants, així com el grau d'exposició a substàncies neurotòxiques.

La prevenció dels efectes dels tòxics ambientals és un punt transcendent per al futur de la nostra espècie, i de manera més immediata, per a la salut del neurodesenvolupament de les generacions següents. En aquest temps de canvis tan ràpids és imperatiu unir esforços, desitjos i compromisos de la societat en conjunt per crear un futur millor per als nostres fills i filles preservant la salut del medi ambient.



Entenguem l'origen de la preocupació per la salut ambiental i la seva importància en la infància

Quan ens van començar a preocupar els tòxics ambientals que poden afectar el desenvolupament infantil? (breu història)

El 1962, la zoòloga nord-americana Rachel L. Carson, al seu llibre *Primavera silenciosa* (traduït de l'anglès *Silent Spring*), aquella primavera en què es deixaran d'escoltar els ocells cantar, denuncia el devastador efecte de la producció i dispersió massiva de plaguicides organoclorats en les plantes, els animals i els éssers humans. En el seu treball, Carson explica l'efecte en cadena que té l'ús de productes químics (industrials i domèstics) dissenyats per matar insectes i rosegadors, propagats per l'aigua, l'aire i el terra, i que entren a les plantes, així com a la cadena alimentària dels animals i els éssers humans, sense cap control ambiental. En la mateixa línia, Theodor Colborn, Dianne Dumanoski i John Peterson Myers (1996), al seu llibre divulgatiu *El nostre futur robat* (traduït de l'anglès, *Our Stolen Future*), van informar sobre els efectes adversos associats a l'ús dels Contaminants Orgànics Persistents (COP) i la seva interferència amb el sistema hormonal en el desenvolupament fetal. Amb aquest títol els autors van simbolitzar com l'efecte dels productes químics creats restaria fertilitat, intel·ligència i salut a les generacions



En els darrers anys nombrosos estudis científics destaquen el paper que tenen els contaminants ambientals en l'augment de la prevalença d'aquest tipus de trastorns.

futures, afectant el potencial i el desenvolupament del cervell (neurodesenvolupament) de les properes generacions.

Al llarg del segle XX, hi va haver nombrosos episodis d'abocaments que van generar greus accidents mediambientals i que van confirmar l'efecte nociu de diferents compostos químics en la salut humana. Aquests abocaments van demostrar que a mesura que els nivells tòxics baixaven (segons passava el temps des de l'accident mediambiental), podien no provocar efectes clínics en població adulta, però tot i així continuar sent tòxics per a la salut fetal i infantil, il·lustrant la vulnerabilitat específica lligada al moment del desenvolupament que hi ha durant l'embaràs i la infantesa davant l'impacte dels tòxics ambientals. Un exemple clàssic d'aquest tipus de desastres mediambientals és el vessament industrial de mercuri a les vies fluvials de la Badia de Minamata (Japó) el 1953. Els abocaments van suposar un enverinament massiu de la fauna marina amb metilmercuri (compost derivat del mercuri quan aquest entra en contacte amb l'aigua). A més de les nombroses morts d'animals i éssers humans, va sorgir la malaltia de Minamata, que presentava símptomes neurològics motors, alteracions sensorials, deteriorament dels sentits de la vista i l'oïda, i fins i tot paràlisi cerebral. Més tard, quan els efectes dels abocaments semblaven haver remès, es va començar a descriure una variant de la malaltia de Minamata "fetal", on els nens i nenes que havien estat exposats a peix contaminat a través de la dieta de les seves mares durant l'embaràs, naixien amb diverses alteracions neurològiques descrites entre els adults afectats de la malaltia de Minamata a l'inici de l'abocament. Això va suposar una de les primeres evidències de com hi pot haver tòxics ambientals en nivells que semblen no ser clínicament perjudicials per als adults, però sí per al fetus o nens petits en fases de desenvolupament on l'organisme es presenta vulnerable davant l'impacte d'aquests tòxics al seu desenvolupament saludable, podent manifestar-se alteracions del neurodesenvolupament en el nou-nat o en els primers anys de vida.



El cervell en desenvolupament és molt més susceptible al dany causat pels agents tòxics que no pas el cervell d'una persona adulta.

La vulnerabilitat prenatal i postnatal primerenca del cervell en desenvolupament (*neurodesenvolupament primerenc*)

El cervell en desenvolupament és més susceptible al dany causat pels agents tòxics que el cervell d'una persona adulta. El cervell és un òrgan molt delicat degut a la seva naturalesa particular, cosa que pot conduir a una alta vulnerabilitat davant l'exposició química durant el desenvolupament cerebral prenatal i postnatal primerenc. L'exposició química podria causar una alteració del desenvolupament cerebral fins i tot a una dosi molt menor que la que afecta el funcionament del cervell d'un adult.

L'etapa prenatal i els primers anys de vida són un període crític per al desenvolupament de les capacitats cognitives, del llenguatge, socials, emocionals i motores. Els primers mil dies de vida inclouen aquesta etapa de més vulnerabilitat que va des de la concepció fins als dos primers anys. Els canvis més grans en el cervell es donen durant aquesta etapa. En aquest període de la vida el cervell experimenta un creixement únic, la seva mida es duplica i el nombre de connexions neuronals creix exponencialment. Els neurocientífics calculen que durant els primers dos anys de vida de l'ésser humà es dona una ràtio de set-centes sinapsis (connexions neuronals) per segon.

Actualment se sap que molts metalls travessen fàcilment la barrera placentària (la barrera de la placenta que protegeix el fetus), produint una exposició directa al fetus durant l'embaràs, i prova d'això és que es troben concentracions d'aquests metalls a la sang del cordó umbilical en néixer, que a més són substancialment més grans que els trobats a la sang de les seves mares durant l'embaràs. A més, la barrera hematoencefàlica (que és la barrera que protegeix el cervell de l'entrada de substàncies químiques-tòxiques), no es forma completament fins a sis mesos després del naixement, cosa que obre una finestra directa de vulnerabilitat del cervell en desenvolupament, tant en el desenvolupament fetal, com en el postnatal primerenc.

A més, els nens i les nenes estan més exposats als contaminants ambientals que els adults a causa de les seves característiques conductuals, dietètiques i fisiològiques. D'una banda, els nens consumeixen més aliments que els adults en relació amb el pes, passa el mateix amb el volum d'aire que respiren o la quantitat d'aigua que beuen. Això significa que la dosi d'un compost químic específic (quantitat de la substància química dividida pel pes) és més gran per als nens en desenvolupament que per a un adult. També cal tenir en compte que els nens estan en major contacte amb la terra, la pols, el sòl i les joguines en diferents llocs com la llar, les escoles, la platja o l'escola bressol, com a part del seu comportament exploratori, incloent activitats de degustació de la mà a la boca. D'altra banda, els sistemes metabòlic, immunològic, respiratori i d'excreció dels nens encara no estan completament desenvolupats i, en conseqüència, la reacció de l'organisme als efectes adversos del medi ambient pot conduir a un dany transitori o permanent que no es produiria en un organisme adult davant de l'exposició al mateix tòxic.

D'altra banda, en els països en vies de desenvolupament, on les regulacions mediambientals encara no s'han desenvolupat, l'exposició a agents químics mediambientals en aigua, sòl agrari, alimentació i aire pot ser encara més gran. En aquests països, igual que té lloc en les regions o residències més deprimides i marginals dels països desenvolupats, té lloc també una acumulació de factors de risc susceptible d'afectar el potencial de neurodesenvolupament. En aquelles famílies on hi ha una escassetat de recursos de tota mena, hi ha també una probabilitat

més gran d'escassetat nutricional (tant durant l'embaràs, com durant la infància), d'exposició a l'alcohol i tabac durant l'embaràs, més exposició a agents tòxics per proximitat a zones industrials i infraestructures urbanes poc rehabilitades, menor accés a entorns educatius enriquits i de qualitat, major taxa de dificultats entorn de la salut mental dels progenitors etc., fet que porta a una major exposició a diversos factors de risc tant ambientals com psicosocials capaços de tenir un impacte sobre el neurodesenvolupament ja estudiat per innumbrables estudis científics. Avui dia, a més, sabem que el neurodesenvolupament global saludable no només necessita un context ambiental enriquit amb materials/joguines estimulants, sinó que com a mamífers socials necessita a més una important dosi de cura amb afecte segur, cosa que no només influeix en el desenvolupament d'habilitats socioemocionals, sinó fins i tot en capacitats atencionals o de memòria (capacitats cognitives).

Són nombrosos els estudis que han investigat com una situació adversa durant la infància s'associa amb dificultats de salut tant física com emocional en l'edat adulta i determina una situació cíclica de pobresa amb implicacions mediambientals, nutricionals, físiques, emocionals, conductuals, socials, educatives i laborals.

El concepte de “neurotoxicitat del desenvolupament”. **Per què és la infància més vulnerable al medi ambient?**

El terme de “neurotoxicitat del desenvolupament” es refereix a la capacitat que certs tòxics (o nivells d'aquests) puguin no afectar de manera evident un cervell madur, però sí un cervell en desenvolupament. Per tant, hi ha un risc més gran que certs tòxics puguin interaccionar amb factors genètics i augmentar la prevalença de patologies del neurodesenvolupament en períodes prenatals o postnatals primers.

A més, quan encunyem el terme de “neurotoxicitat del desenvolupament”, no només fem referència a l'efecte clínic que aquest pot tenir sobre els nens i nenes en els primers anys de vida, sinó també en l'efecte subclínic que suposa un descens del potencial de desenvolupament que això pugui comportar a tota una població i associada a l'exposició de determinats nivells de contaminació. En altres paraules, la contaminació química industrial ha estat declarada pels neuroepidemiòlegs ambientals com “La pandèmia silenciosa global de la toxicitat del neurodesenvolupament” (original de l'anglès “The global silent pandemic of neurodevelopmental toxicity”).

Si analitzem aquesta declaració, el terme “global” fa referència al fet que la neurotoxicitat del desenvolupament no és un problema d'una regió o d'un país, sinó de tot el planeta. El terme de “pandèmia silenciosa” fa referència al nombre

d'habitants afectats (superant l'epidèmia), i a l'efecte subtil i silenciosos de nivells baixos de toxicitat, que, sense crear malalties pròpies d'un desastre mediambiental, suposen nivells residuals baixos que s'estenen massivament per tot el medi ambient, cosa que porta també a un efecte subclínic (alteracions que no arriben a ser clínicament rellevants en un sol individu) en una població molt diversa i extensa. Això suposa que com més gran és la població exposada, més gran és la diversitat de vulnerabilitats d'aquesta població, tant a nivell genètic com a nivell psicosocial, cosa que en conseqüència pot disminuir i/o rebaixar el potencial del neurodesenvolupament de tota una població.

Actualment s'han detectat més de dos-cents químics industrials en sang de cordó umbilical de nadons, dels quals dotze han estat provats en estudis epidemiològics com a neurotòxics del desenvolupament segons una revisió publicada a *The Lancet* el 2014. Això suposa que la neurotoxicitat d'aquests compostos químics ha estat provada en exposició prenatal fins i tot a les dosis detectables més baixes que s'havien considerat segures per a població adulta. Hem de tenir en compte, a més, que malgrat que la majoria dels estudis investiguen els efectes de cada químic per separat, la població d'embarassades i nens petits estan exposats a un univers de compostos químics potencialment neurotòxics, tant des de l'aire, com l'aigua, com el sòl, que generen una mena de "còctel químic" en baixa dosi, als quals s'exposa a tota la població. És per això que la salut pública ambiental s'ocupa amb inversions milionàries del seguiment i estudi a nivell internacional d'aquestes exposicions a baixes dosis, ja que en conjunt poden generar un impacte encara no ben conegut sobre una població general de nens i nenes des dels seus primers anys de vida.



S'han detectat més de 200 químics industrials en sang de cordó umbilical de nadons, dels quals 12 han estat provats com a neurotòxics del desenvolupament.

Neurotòxics ambientals susceptibles d'afectar el neurodesenvolupament

Entre les substàncies neurotòxiques ambientals s'inclouen metalls com plom, mercuri, manganès i cadmi, metal·loides com arsènic, pesticides i substàncies químiques sintètiques que actuen com a disruptors endocrins, a més de les diferents partícules en suspensió categoritzades dins dels contaminants atmosfèrics. El plom i el mercuri són els neurotòxics ambientals del neurodesenvolupament més estudiats i reconeguts.

El plom és un metall altament tòxic la presència del qual en l'ambient ha augmentat significativament en l'últim segle. La intoxicació per plom és una malaltia ambiental freqüent i prevenible. Les fonts de contaminació principals són les deixalles industrials, les obres en demolició, les pintures, les ceràmiques i els acumuladors d'automòbils. Fins als primers anys d'aquest segle, una de les principals fonts de contami-

nació va ser la benzina. La venda de benzina amb plom es va prohibir a Espanya l'any 2001. A través de la contaminació del sòl, l'aire i l'aigua, el plom afecta tots els éssers vius. L'exposició aguda produeix dolor abdominal, vòmits, diarrea, insuficiència renal, hipertensió arterial, convulsions, coma i fins i tot la mort. Més freqüentment, l'exposició crònica i a baixes dosis pot produir afectació del neurodesenvolupament i altres òrgans. Pot causar disminució del coeficient intel·lectual, problemes de l'aprenentatge, dèficit d'atenció, hiperactivitat, alteració de la memòria, depressió, ansietat, alteracions conductuals, anèmia, dolor abdominal crònic, manca de gana, retard del creixement, retard puberal, hipoacúsia, alteracions de la visió i les alteracions renals. També s'ha associat amb disminució de la fertilitat masculina, avortaments espontanis, naixements prematurs i baix pes en néixer.

El mercuri és un metall pesant que naturalment es troba en jaciments formant un compost anomenat cinabri o sulfur de mercuri (substància composta en un 85 % per mercuri i un 15 % per sofre). Rarament a la natura es pot trobar pur i de forma líquida. Té la propietat de formar vapors incoloros i inodors a temperatura ambient. Una font natural de contaminació ambiental són les erupcions volcàniques. En contacte amb l'aigua, el mercuri inorgànic es transforma per acció dels bacteris en una forma orgànica i més tòxica anomenada metilmercuri. El metilmercuri és un compost orgànic que s'acumula al teixit gras d'animals. Ingressa a la cadena alimentària a través del fitoplàncton i zooplàncton, passa als peixos i s'acumula en depredadors inclòs l'ésser humà.

El mercuri contamina l'aire, l'aigua i el sòl. Les fonts d'exposició més freqüents són els compostos fòssils, els llums fluorescents i de baix consum, piles, bateries, amalgames dentals, material mèdic com ara termòmetres i tensiòmetres, alguns productes cosmètics, pintures, tintures, les activitats de mineria, deixalles electròniques, fungicides i el teixit gras dels peixos de grans dimensions. La intoxicació passa més freqüentment a partir de la ingesta de peix contaminat amb metilmercuri. També pot passar en inhalar els vapors o per ingestió. L'exposició crònica al mercuri produeix deteriorament del llenguatge, atenció i memòria. També pot causar retard mental, canvis del caràcter, alteracions psicomotrius, visuals i auditives. En actuar com a disruptor endocrí pot provocar alteracions en la fertilitat, afectació de la tiroide, hipòfisi i pàncrees. És considerat com a potencialment cancerigen per l'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer (IARC).

Per contra, l'etilmercuri és un conservant utilitzat en la fabricació de vacunes i no s'ha demostrat que sigui tòxic per a l'ésser humà.

El manganès i el cadmi també s'han associat a trastorns del neurodesenvolupament. El manganès encara s'utilitza en alguns països com a antedetonant agregat a la benzina. L'exposició ocupacional en adults s'ha associat a la malaltia de Parkinson. Els fumadors actius i passius són els que estan més exposats a la intoxicació per cadmi. La quantitat de cadmi que s'absorbeix en fumar un paquet de cigarrets és d'aproximadament 1–3 µg.



L'arsènic és un metal-loide que contamina el sòl i l'aigua subterrània en moltes regions del món. S'han informat d'altres concentracions d'arsènic en zones d'Argentina, Xile, Mèxic, Perú, Nicaragua, Costa Rica, Canadà, Estats Units, Vietnam, Índia, Bangladesh, Japó, Itàlia, Alemanya i Espanya (Galícia, Almeria, Castelló, Astúries, Madrid i Lleida). És un element que apareix de manera natural al sòl, però també per emissions industrials. La font d'exposició humana principal és la ingesta d'aigua i aliments com l'arròs. També ingressa als organismes en respirar aire contaminat amb pols en suspensió. L'arsènic és un conegut carcinogen en teixits com pell, pulmó, bufeta, fetge i ronyó. També pot causar lesions cutànies, malalties cardiovasculars i diabetis. En nens s'ha associat a discapacitat intel·lectual (DI), alteracions del llenguatge, sensorials i amb altres alteracions de les funcions cerebrals més complexes.

Els pesticides s'usen en agricultura per afavorir la producció i també són utilitzats a les llars, escoles i jardins per al control de plagues. Certs pesticides encara es fan servir per tractar ectoparasitosis en nens, adults i en mascotes que estan en íntim contacte amb nens. S'han dissenyat per controlar la proliferació d'insectes (insecticides), plantes (herbicides), fongs (fungicides) i rosegadors (rodenticides). Molts s'utilitzen com a gasos o vapors en fumigacions. Són extremadament tòxics i per les seves propietats fisicoquímiques es distribueixen fàcilment per l'ambient i afecten no només la plaga per a la qual són utilitzats sinó també altres éssers vius



La intoxicació per pesticides és una de les intoxicacions més freqüents al món.

l'ecosistema en general. Els pesticides contaminen fàcilment el terra i l'atmosfera. S'han arribat a trobar residus al greix de pingüins que habiten l'Antàrtida. La intoxicació per pesticides, ja sigui per exposició accidental o intencional, és una de les intoxicacions més freqüents al món. Poden produir efectes immediats o manifestar-se a llarg termini. Diversos estudis han comprovat que nens exposats en l'etapa prenatal o els primers anys de vida a pesticides pateixen diferents alteracions del neurodesenvolupament.

Els herbicides bipiridils s'han associat a malaltia de Parkinson. Els òrgans fosforats i els organoclorats són insecticides que s'han proposat com a responsables de produir alteracions del neurodesenvolupament després de l'exposició prenatal i/o postnatal primerenca. Molts d'aquests agents com el DDT han estat prohibits. El DDT és un insecticida organoclorat que ha estat usat extensament en el passat per controlar insectes que afectaven la producció agrícola o transmetien malalties com la malària i el tifus. Si bé ha estat prohibit, encara es fa servir en alguns països. Tant el DDT com els seus metabòlits romanen durant molts anys a l'ambient. A causa de l'escassa degradació, els organoclorats s'acumulen a la cadena alimentària i s'han arribat a trobar en altes concentracions a la sang del cordó umbilical de nens noutats de zones altament contaminades, havent-se associat a alteracions motores i cognitives en els primers anys de la vida.



Els disruptors endocrins són substàncies que ingressen als éssers vius i actuen com a hormones o bloquegen els efectes de les mateixes. Produeixen efectes negatius en la reproducció humana i dels animals. Afecten adults i la seva descendència. Actuen a molt baixes dosis, persisteixen a l'ambient i viatgen grans distàncies. Si bé metalls i metal·loides poden actuar com a disruptors endocrins, a partir de les últimes dècades del segle passat va augmentar la preocupació pels efectes hormonals de substàncies químiques sintètiques utilitzades habitualment en la indústria i a les llars. Aquestes substàncies es troben en plàstics, pintures, gomes d'enganxar, aïllants, netejadors, aromatitzants, desinfectants i plaguicides. Els bifenils policlorats (PCBs) són olis sintètics que han estat utilitzats com a aïllants per a equips electrònics fins a la dècada de 1970. Aquests compostos estan considerats pel Programa de Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) com un dels contaminants més nocius fabricats per l'home. Si bé actualment estan prohibits a gairebé tot el món, els PCBs es troben àmpliament difosos i, a causa de la lenta i difícil degradació, persistiran en l'ambient durant segles. S'han trobat en diversos productes animals incloent peix i marisc. Les vies de contaminació principals són la respiració i l'alimentació. Tenen la capacitat de travessar la placenta i contaminar la llet materna. Estudis han demostrat una associació entre l'exposició prenatal i postnatal primerenca a dosis baixes i alteracions del neurodesenvolupament en humans. També s'han associat a càncer, malformacions, baix pes en néixer, alteracions emocionals, conductuals i endocrines.

Altres substàncies químiques sintètiques com els polibromodifenils (PBBs), els ftalats, el bisfenol A, el tricloroetilè i les dioxines també actuen com a disruptors endocrins. Els polibromodifenils (PBBs) s'utilitzen per retardar la incineració de plàstics emprats en la fabricació de monitors, televisors, teles i escumes sintètiques. Els ftalats s'usen per flexibilitzar el plàstic i en perfums, desodorants, esmalts d'ungles, laques per als cabells, joguines, a la indústria tèxtil, en plaguicides i repel·lents.

El bisfenol A ha estat utilitzat durant més de cinquanta anys per fabricar envasos plàstics i resines epoxi utilitzades per recobrir l'interior de llaunes de menjar, tapes d'ampolles i canonades de subministrament d'aigua. També es fa servir en la fabricació de productes esportius, dispositius mèdics, lents orgàniques, CDs, DVDs i electrodomèstics. Alguns estudis han demostrat que tenen la capacitat de contaminar aliments i begudes continguts en aquests envasos. L'exposició a bisfenol A (BPA) podria generar efectes adversos sobre el sistema endocrí i el neurodesenvolupament. Algunes investigacions també ho associen amb hipertensió arterial, la diabetis tipus 2 i altres malalties cardiovasculars. Encara no hi ha acord científic sobre si els nivells als quals estan exposats els aliments i les begudes continguts en envasos són segurs per a l'ésser humà. De moment, l'Administració d'Aliments i Medicaments dels Estats Units (FDA) sosté que el bisfenol A és segur en els nivells trobats en aliments i begudes, encara que aquest tema es troba en



És recomanable utilitzar productes lliures de bisfenol A i evitar l'exposició a la calor del microones i rentaplats de productes que el continguin, ja que les altes temperatures podrien afavorir la seva transmissió als aliments.

revisió constant. A la Unió Europea el bisfenol A està prohibit en biberons i en els envasos contenidors d'aliments per a nens menors de tres anys. El tribunal General de la Unió Europea ha confirmat la inscripció del bisfenol A com a «substància extremadament preocupant» a causa de les seves «propietats tòxiques» sobretot per a la reproducció humana. A causa d'aquesta situació és recomanable utilitzar productes lliures de bisfenol A i evitar l'exposició a la calor del microones i rentaplats de productes que el continguin, ja que les altes temperatures podrien afavorir la seva transmissió als aliments.

El tricloroetilè és un líquid incolor, no inflamable, d'aroma i sabor dolç utilitzat com a solvent per eliminar greix d'objectes metàl·lics i com a ingredient en adhesius, removedors de pintura i llevataques. Les dioxines són compostos obtinguts a partir de la combustió de residus que contenen clor. Són subproductes no desitjats de nombrosos processos industrials com ara la fosa, el blanqueig de la pasta de paper i la fabricació de plaguicides. També es produeixen en processos naturals com les erupcions volcàniques i els incendis forestals. La incineració incompleta de deixalles sòlides i hospitalàries és una causa important d'alliberament de dioxines al medi ambient.

Els residus electrònics (televisors, ordinadors, monitors, telèfons mòbils, teclats, ratolins, impressores, etc.) s'han convertit en un problema de salut ambiental degut a la producció massiva i a una política de gestió de residus insuficient en molts països. S'estima que la producció anual mundial d'aquests residus oscil·la entre vint i cinquanta milions de tones. Els residus electrònics contenen contaminants orgànics persistents com polibromodifenils (PBBs), ftalats i dioxines i altres agents neurotòxics com plom, mercuri, cadmi i arsènic.

Contaminació atmosfèrica: al llarg d'aquest capítol hem esmentat múltiples contaminants que es poden transportar i suposar vies d'exposició per a la població a través de l'aire. Encara que molts d'aquests contaminants esmentats no són coneguts per a la població general l'exposició a la contaminació atmosfèrica de manera genèrica (potser més coneguda per la seva associació a l'origen del trànsit rodat) ha començat a ser un motiu de preocupació entre l'opinió pública, sobretot a grans capitals. Però la població general, associa el risc de la contaminació atmosfèrica com una cosa específica de la salut respiratòria, i potser no siguin tan coneguts els seus múltiples riscos de salut en la població infantil en període de desenvolupament.

Entre els contaminants de l'aire, a més dels esmentats, hi ha partícules petites en suspensió que en ser inhalades per la població infantil pot afectar el desenvolupament del cervell (neurodesenvolupament) segons el nivell de concentració a què es veuen exposats.

Cada cop són més els estudis epidemiològics que han demostrat l'associació entre viure en zones d'alta contaminació atmosfèrica (exemple: viure en nuclis urbans d'alta concentració de trànsit o molt a prop d'una autopista) i un desenvolupament cognitiu i motor més baix en els primers anys de vida. En aquesta línia d'estudis, han trobat que els nens i nenes que acudeixen a centres escolars amb alts nivells de contaminació de l'aire procedent del trànsit rodat presentaven un rendiment cognitiu més baix. Altres estudis han volgut anar més enllà intentant relacionar l'associació de la contaminació atmosfèrica amb el risc de simptomatologia o diagnòstic de l'autisme. Els estudis que han trobat una relació entre el diagnòstic de l'autisme i l'exposició al trànsit des de l'embaràs i els primers anys de vida provenen principalment de Califòrnia, un dels estats dels Estats Units amb més densitat de trànsit. Tanmateix, altres estudis d'origen europeu, on s'ha analitzat la relació de nens sense diagnòstic, però amb més risc de simptomatologia d'autisme, no han arribat a resultats conclouents.

El coneixement actual acumulat ens porta a concloure que hi ha un risc evident de la contaminació atmosfèrica sobre el neurodesenvolupament general, el qual interacciona amb molts altres factors a l'hora d'explicar el seu paper sobre el diagnòstic de trastorns clínics del neurodesenvolupament com l'autisme, portant la necessitat de continuar estudiant aquesta àrea per entendre millor el paper de la contaminació.

En un esforç de continuar contribuint a aquesta àrea de coneixement, l'Institut de Salut Global de Barcelona, juntament amb l'Hospital Sant Joan de Déu i altres hospitals, universitats i instituts de recerca, s'està duent a terme el projecte epidemiològic BiSC (*Barcelona Life Study Cohort*, més informació aquí: <https://www.projectebisc.org/>), dirigit a conèixer millor com afecta la contaminació atmosfèrica de Barcelona sobre múltiples indicadors de la salut del desenvolupament del nadó, incloent-hi el seu neurodesenvolupament des d'edats primerenques.

Tòxics de consum habitual: finalment, val la pena recordar que substàncies d'ús habitual com la nicotina de la cigarreta, l'alcohol etílic de les begudes alcohòliques i drogues d'abús com la cocaïna i la marihuana tenen un efecte neurotòxic provat, suposant un risc clar durant la gestació o els primers anys de vida, i fins i tot en edats com l'adolescència, on el cervell està exposat a nombrosos canvis com a part del neurodesenvolupament de l'etapa de la pubertat, i és susceptible de ser alterat i de generar alteracions neuropsicològiques que es poden mantenir en l'edat adulta.



Substàncies d'ús habitual com la nicotina de la cigarreta, l'alcohol etílic de les begudes alcohòliques i les drogues d'abús com la cocaïna i la marihuana tenen un efecte neurotòxic provat.

Espectre clínic de les alteracions del neurodesenvolupament

La complexitat d'un cervell en desenvolupament implica un procés impulsat genèticament i modulats per factors socials i ambientals que no sols requereix un desenvolupament adequat de les diferents àrees i estructures cerebrals, sinó també la pròpia interconnexió del "cablejat neuronal" que conforma un complex òrgan de sistemes. Les capacitats individuals del neurodesenvolupament s'interpreten a través de proves funcionals del desenvolupament neuropsicològic que varien àmpliament entre els éssers humans al llarg del seu desenvolupament, amb canvis més accentuats en els primers cinc anys de vida. Cadascú de nosaltres presenta un perfil individual del desenvolupament neuropsicològic amb funcions més desenvolupades que altres. En general, malgrat les diferències, la majoria de les persones tenim capacitats dins la mitjana (dins la corba de normalitat de Gauss o dos desviaments estàndard). Quan algunes d'aquestes capacitats es troben clínicament disminuïdes, apareixen alteracions funcionals en la vida quotidiana. Segons les funcions neuropsicològiques afectades, apareixen els diferents trastorns del neurodesenvolupament. Una avaluació especialitzada del procés del desenvolupament neuropsicològic és crucial a l'hora de detectar efectes subtils (subclínic) o més evidents (clínic) de l'alteració d'aquest desenvolupament, segons el que s'esperava per a l'edat.

Els primers intents d'estudiar les associacions entre exposició a agents químics contaminants i el desenvolupament neuropsicològic dels nens i nenes està registrat a la dècada dels setanta. Des de llavors, la investigació en epidemiologia ambiental s'ha centrat cada vegada més en el cervell humà en desenvolupament, i en els efectes subtils dels contaminants sobre la salut pública infantil. Les funcions neuropsicològiques en desenvolupament, encara que puguin ser explorades àmpliament per diferents especialistes pediàtrics, l'avaluació específica cal realitzar-la per neuropsicòlegs infantils especialitzats en l'avaluació mitjançant proves psicomètriques validades per a l'edat infantil i l'idioma d'administració. N'és una prova que cada cop són més els estudis epidemiològics que compten amb el perfil del neuropsicòleg clínic infantil per a l'avaluació de l'efecte dels contaminants sobre el desenvolupament de les diferents àrees neuropsicològiques.

A continuació, i com a títol il·lustratiu, podem resumir les funcions neuropsicològiques que s'avaluen en diferents etapes del desenvolupament, que aniran incrementant la seva complexitat a mesura que el cervell va madurant. A cadascuna d'aquestes àrees funcionals podem tenir fortaleeses o debilitats que es poden dividir conceptualment en àrees de domini motor, àrees cognitives i àrees socioemocionals:

Àrea motora:

1. Motricitat fina
2. Motricitat gruixuda

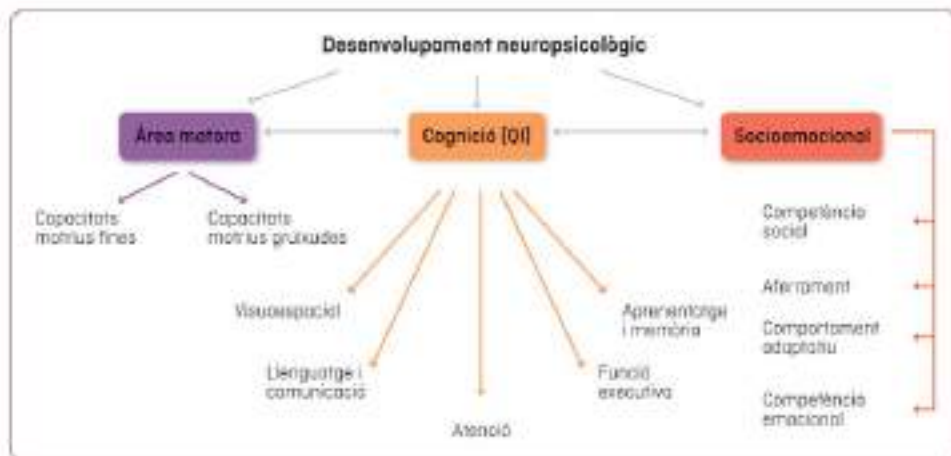
Àrea cognitiva (més estretament associat a les capacitats intel·lectuals segons la descripció més tradicional):

1. Aprenentatge i memòria
2. Atenció
3. Llenguatge i comunicació
4. Visuoespacial
5. Funció executiva

Àrea socioemocional:

1. Competència social
2. Competència emocional
3. Aferrament
4. Conducta adaptativa

Figura 9. Perfil funcional del desenvolupament neuropsicològic. Font: adaptació 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.



És evident que els trastorns del neurodesenvolupament poden incloure un ampli espectre de manifestacions. Les dificultats poden aparèixer en una sola funció o en més d'una. Alhora, les deficiències poden ser subtils (subclíniques) o devastadores (clínicament discapacitants). Si són subtils, les capacitats estaran una mica disminuïdes per sota de la mitjana però dins de la normalitat (variant normal: dins de la corba de Gauss). A mesura que les deficiències en les funcions són més grans poden passar de presentar problemes d'escassa gravetat (disfuncions no severes) enteses com a problema o dificultats o passar a trastorns quan les disfuncions són severes i generen interferències clínicament rellevants.

Figura 10. Evolució de les capacitats des de la variant normativa fins a convertir-se en trastorn. Font: elaboració pròpia.



Els trastorns del neurodesenvolupament en general sorgeixen per alteracions a nivell dels circuits neuronals i les estructures cel·lulars i subcel·lulars. Encara no es coneix la base biològica específica de cadascun d'aquests trastorns, i hi ha múltiples alteracions neurobiològiques descobertes, que únicament aconsegueixen explicar parcialment les manifestacions clíniques.

Els trastorns del neurodesenvolupament solen ser diagnosticats segons diferents sistemes de classificació. Una de les classificacions més utilitzades actualment és el DSM-5 (acrònim de l'anglès *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, en català Manual diagnòstic i estadístic dels trastorns mentals, 5a edició). El DSM-5 enumera els criteris clínics que permeten el diagnòstic, des d'una base estadística dels estudis acumulats fins a la data de publicació de cada edició, on existeix un apartat propi pels diferents trastorns del neurodesenvolupament. Si bé aquesta classificació presenta algunes mancances (per exemple, no diferencia les diferents manifestacions esperables segons l'edat de desenvolupament) també permet fer una descripció més específica de les limitacions dels nens i nenes amb dificultats clínicament rellevants, afavorint així l'elecció d'estratègies que permetin individualitzar el tractament en cada cas segons l'evidència científica acumulada per a cada diagnòstic i en el tractament de cada àrea funcional descrita més amunt.

Sovint, els trastorns del neurodesenvolupament es presenten de forma superposada, és a dir, en un mateix pacient es poden presentar manifestacions clíniques combinades que són compatibles amb diferents trastorns. Identificar cadascun d'ells, moltes vegades solapats, és fonamental per fer el tractament més individualitzat per a cada pacient i millorar així el pronòstic. A més, és important considerar que la coexistència de dificultats emocionals, conductuals i psiquiàtriques són freqüents en les persones que presenten trastorns del neurodesenvolupament, les quals són responsables de generar una afectació addicional a la funcionalitat quotidiana i es poden tornar més complexes al llarg del cicle vital. A l'hora d'il·lustrar i classificar les diferents manifestacions dels trastorns del neurodesenvolupament, tenint en compte tant la classificació del DSM-5, com la dels diferents estudis de l'epidemiologia ambiental, que intenten entendre l'associació d'aquests trastorns amb la major o menor exposició a contaminants, podem presentar a títol il·lustratiu la següent classificació dels trastorns del neurodesenvolupament més freqüents:

1. Discapacitat intel·lectual (DI) i retard global del desenvolupament
2. Trastorn del desenvolupament del llenguatge (TDL)
3. Trastorn de l'espectre de l'autisme (TEA)
4. Trastorn per dèficit d'atenció i hiperactivitat (TDAH)
5. Trastorn de l'aprenentatge (dislèxia, discalculia etc.)
6. Trastorn de la coordinació motora

Si bé existeix una predisposició genètica a patir aquests trastorns del neurodesenvolupament, els factors ambientals molt probablement actuen com a desencadenants o empitjorin les seves manifestacions. Un comitè d'experts del consell de recerca dels Estats Units va concloure l'any 2000 que un mínim del 25 % dels casos de patologies del neurodesenvolupament eren causats per una interacció entre factors mediambientals i la susceptibilitat genètica.

Les persones amb discapacitat intel·lectual (DI) presenten deficiències cognitives que afecten les capacitats intel·lectuals generals. Està afectat, en major o menor mesura, el funcionament en els diferents àmbits de la vida quotidiana: a casa, escola, treball i comunitat. La disminució de la capacitat cognitiva afecta el raonament, la resolució de problemes, la planificació, el pensament abstracte, el judici i l'aprenentatge. Aquestes limitacions afecten l'autonomia personal i la responsabilitat social. S'estima que aproximadament l'1 % de la població general presenta una discapacitat intel·lectual. La majoria pateix discapacitat intel·lectual lleu. La discapacitat intel·lectual es diagnostica a partir dels cinc anys de vida. En menors d'aquesta edat, per les limitacions de les proves diagnòstiques i de la manca de predictibilitat de les proves d'avaluació del desenvolupament, és difícil predir la probabilitat futura



En un mateix pacient es poden presentar manifestacions clíniques combinades que són compatibles amb diferents trastorns del neurodesenvolupament.

de patir-la si no hi ha altres factors mèdics associats. Per aquest motiu, en menors de cinc anys, els pediatres i altres professionals del neurodesenvolupament primerenc (exemples: neuropsicòleg infantil, neuropediatre, psiquiatre infantil, psicòleg clínic), solen diagnosticar retard global del desenvolupament en aquells nens que presenten risc de patir capacitats cognitives disminuïdes o afectades. Si bé els tòxics ambientals d'una intoxicació aguda poden causar discapacitat intel·lectual, sovint aquesta exposició és continuada i de nivells baixos, on el dany produït és de menor magnitud i només determinen el descens de les capacitats cognitives potencials d'una persona, sense tenir rellevància clínica (excepte aquells casos d'intoxicació aguda). Aquest descens genera un impacte que pot passar desapercbut en un nen o una persona en particular, però adquireix importància a nivell comunitari/poblacional en determinar una disminució global de les capacitats cognitives de la població d'un lloc o un país determinat.

Es diagnostica trastorn del desenvolupament del llenguatge (TDL) en aquells nens i nenes que tenen una dificultat en el desenvolupament de la funció del llenguatge, fet que els porta a presentar dificultats per parlar i/o comprendre el llenguatge parlat i en els quals aquestes dificultats no es poden atribuir a problemes auditius, neurològics, discapacitat intel·lectual, retard global del desenvolupament i/o trastorn de l'espectre de l'autisme. Afecta aproximadament entre el 6 i el 8 % dels nens d'edat preescolar. Aquests nens solen tenir un llenguatge molt per sota del que s'esperava per l'edat. A més edat solen tenir dificultat per aprendre paraules noves i desenvolupar converses. A l'edat escolar poden presentar problemes per a la lectura i l'escriptura. L'impacte del TDL sol persistir almenys en alguna mesura també en l'edat adulta.

Les persones amb un trastorn de l'espectre de l'autisme (TEA) tenen dèficits en la interacció i la comunicació social, a més de mostrar conductes, activitats i interessos restringits i repetitius. Els símptomes comencen durant els primers dos anys de vida. El terme espectre fa referència a l'àmplia gamma de manifestacions que les persones que pateixen aquest trastorn poden presentar i els diferents graus de severitat d'aquest quadre. Alguns tenen discapacitat intel·lectual, cosa que ha passat de ser un grup majoritari en el passat, actualment que s'ha demostrat que és minoritari (ja que abans únicament es detectaven els casos més greus), altres tenen importants dèficits del llenguatge, la qual cosa és més accentuat en els primers anys de vida, on gairebé la meitat cursen amb retards en les fites del llenguatge. Per contra, moltes persones amb un TEA tenen habilitats i capacitats destacades en àrees concretes. Exemple d'això és que puguin tenir l'habilitat per recordar informació molt detallada, amb una retenció de la informació a llarg termini, i amb un estil de processament de la informació visual (en la majoria dels casos). Associant aquestes dues habilitats poden presentar una gran memòria visual. Aquí és important destacar, que el diagnòstic d'un TEA no ha de portar a la creença alimentada per sèries i pel·lícules populars, que totes les persones amb un TEA puguin desenvolupar capacitats extraordinàries, de la mateixa manera que avui sabem que una majoria de casos poden desenvolupar

par un desenvolupament intel·lectual i de llenguatge esperable per a l'edat i l'escolaritat.

El trastorn per dèficit d'atenció amb o sense hiperactivitat (TDAH) és un trastorn comú en la infància. Els nens i nenes amb aquest trastorn tenen dificultats per concentrar-se i mantenir l'atenció. Alguns, a més, tendeixen a la hiperactivitat i impulsivitat. Els nens amb aquest quadre tenen més interferència en el rendiment escolar, problemes de relació amb els altres i dificultats per fer altres activitats de la vida quotidiana. Els pacients amb TDAH poden presentar altres trastorns associats que si no són tractats adequadament solen empitjorar la seva funcionalitat i pronòstic en l'adolescència. Un alt percentatge d'aquests nens i nenes presenta trastorns de conducta, trastorns específics de l'aprenentatge com ara dislèxia o discalculia i trastorns motrius. Molts adults que pateixen TDAH solen presentar problemes relacionals en diferents contextos, tant a nivell personal com laboral.

Les persones que presenten trastorns específics de l'aprenentatge tenen problemes per llegir (dislèxia), escriure (disgrafia) o fer operacions aritmètiques (discalculia). D'altra banda, són persones amb un desenvolupament intel·lectual dins de la normalitat capaces de resoldre amb èxit altres situacions de la vida quotidiana. Sovint pateixen dificultats associades amb l'autopercepció i l'autoestima, que ocasionalment poden estar associades amb la depressió. La detecció i el tractament d'aquests trastorns disminueixen aquestes complicacions i permet desenvolupar capacitats alternatives per compensar les limitacions esmentades.



L'epidemiologia ambiental pot donar llum sobre la complexa etiologia multicausal de molts d'aquests trastorns, que tenen una relació estreta amb aspectes tant genètics, com ambientals. Quan les disfuncions no assoleixen el punt de tall de significació clínica (queden com una afectació subclínica, entesa com una àrea de dificultat dins la normalitat), sovint no solen rebre l'atenció i suport clínic necessari, però pot generar estralls en la funcionalitat d'aquest nen o nena amb un baix rendiment a l'escola, dificultats d'adaptació a nivell conductual, i en alguns casos fins i tot mostrar signes de conductes de risc que puguin portar a futurs comportaments antisocials i delictius. L'epidemiologia ambiental, i l'associació de l'exposició a múltiples tòxics ambientals capaços d'influir en el desenvolupament cerebral, tracta d'estudiar l'abast d'aquests efectes, tant a nivell clínic, com a nivell subclínic i funcional. L'objectiu és estudiar com determinats tòxics, així com la combinació d'aquests, puguin tenir un efecte sobre tota una població en desenvolupament sota diferents graus d'exposició ambiental.

Com entendre els diversos factors ambientals de naturalesa biopsicosocial capaços d'influir el cervell en desenvolupament: des de condicions biològiques fins a factors familiars de criança

Si bé una major part del desenvolupament cerebral (neurodesenvolupament) es produeix durant l'etapa prenatal, els canvis més pronunciats en l'adquisició d'habilitats (per exemple, caminar, parlar, etc.), canvis en la conducta, es produeixen de forma destacada als dos primers anys de vida, fruit d'un augment vertiginós de la connectivitat i la maduració de xarxes cerebrals. Una característica sorprenent del desenvolupament del cervell humà és que naixem amb un cervell molt immadur (poc fet), cosa que dona lloc a un període relativament perllongat de desenvolupament postnatal, susceptible de ser "emmotllat" per l'ambient en què creixem i ens desenvolupem. Dit d'una altra manera, el desenvolupament i l'adquisició d'habilitats durant la infància depèn en gran mesura de processos d'aprenentatge que interaccionen tant amb factors ambientals, com amb la càrrega i l'expressió gènica que porta cada individu.

Quan definim els factors ambientals, aquest és un concepte molt ampli. Aquestes influències ambientals inclouen tant l'exposició a substàncies químiques repassades al llarg d'aquest capítol: plom, metilmercuri, arsènic, manganès, bifenils policlorats, dissolvents i pesticides, fum de tabac, alcohol i fins i tot consum de determinats fàrmacs; així com factors relacionats amb el context social en què el nen creix i es desenvolupa, com és el nivell socioeconòmic (que pot determinar el barri on creixes, el tipus de col·legi al qual accedeixes o el nivell educatiu dels teus pares

o els diferents cuidadors que t' influeixen en la criança etc.), o els associats a característiques parentals o familiars com els nivells d'estrès parental, les conductes de criança o fins i tot l'exposició d'ambients de violència intrafamiliar, entre d'altres.

Amb l'objectiu de descriure la complexa interrelació de factors biopsicosocials a l'hora d'entendre els diversos factors que poden afectar o influir el cervell en desenvolupament, descriurem alguns determinants biològics més coneguts i aprofundirem en els factors associats a les característiques de la qualitat del context familiar, com a ambient social més proper i directe capaç d'influir el neurodesenvolupament dels primers anys de vida.

Entre les diferents exposicions ambientals durant el desenvolupament intrauterí entre fetus exposats i no exposats, o determinants biològics que mostren diferències per les seves característiques concretes al naixement que poden comprometre'n el potencial de desenvolupament, ens trobem exemples com l'exposició al tabac i a l'alcohol durant l'embaràs, els que presenten un baix pes o condició de prematuritat en néixer, o les diferències trobades entre els alimentats amb lactàcia materna durant el primer any de vida, entre d'altres.

Tots aquests determinants biològics han demostrat en la literatura científica la seva associació a l'hora de comprometre el neurodesenvolupament de la primera infància i fins i tot d'afectar el potencial de desenvolupament d'etapes posteriors, sense oblidar que tots aquests determinants es veuen relacionats per diferents contextos de desenvolupament, que poden afavorir, compensar o suposar un desavantatge pel pronòstic de cada cas. És important aquí esmentar que els estudis científics que mesuren l'efecte d'aquest tipus de variables sobre el desenvolupament s'emmarquen principalment en els models bioecològics de Bronfenbrenner i Morris (2006), que desenvolupen el marc de referències sobre l'impacte dels ecosistemes socioambientals, situant el context familiar com el sistema d'influència més proper en el desenvolupament infantil de les seves etapes de màxima permeabilitat (l'etapa del desenvolupament on el context ambiental té un potencial d'influència més gran, situada en la primera infància).

Entre les diferents variables que s'han estudiat dins el marc dels models bioecològics de Bronfenbrenner, trobem el nivell d'estudis dels pares, el tipus d'ocupació laboral, els ingressos i els recursos familiars (tot això com a proxí de l'estatus socioeconòmic), l'assistència o no a l'escola bressol durant la primera infància com a context enriquit de socialització i desenvolupament, la salut mental del cuidador primari, i en general variables tant físiques com relacionals de criança que defineixen la qualitat del context familiar.

Actualment, hi ha un nombre important d'estudis que han estat capaços d'associar el creixement en un context familiar d'estatus socioeconòmic, amb un desenvolupament cognitiu general menor i un rendiment acadèmic més baix



En un mateix pacient es poden presentar manifestacions clíniques combinades que són compatibles amb diferents trastorns del neurodesenvolupament.



L'objectiu de l'epidemiologia ambiental és estudiar com determinats tòxics poden tenir un efecte sobre tota una població en desenvolupament.

en comparació amb classes socioeconòmiques més afavorides. Tot i això, els estudis científics no apunten a una relació directa en aquesta associació. Per exemple, en un estudi amb dones embarassades, van trobar que les que gaudien d'un millor nivell socioeconòmic van informar d'hàbits més saludables durant l'embaràs, més assistència a les cites prenatales i van mostrar menors conductes sedentàries i de tabaquisme passiu. Aquests hàbits saludables podrien conduir a un desenvolupament cerebral prenatal més saludable, cosa que alhora influirà el potencial de desenvolupament postnatal cognitiu primerenc.

De manera similar, en altres estudis, un menor nivell socioeconòmic de les embarassades ha estat associat amb un menor pes en néixer, deficiències en la dieta i una major exposició al tabaquisme passiu i agents infecciosos, juntament amb menys oportunitats educatives en la primera infància. En aquest sentit, un estudi va trobar que els nens i nenes de pares amb nivell socioeconòmic baix podien arribar a igualar les habilitats lingüístiques dels seus iguals de nivell socioeconòmic alt, en relació amb la seva assistència o no a l'escola/escola bressol des d'edats primerenques. Això s'ha descrit com un possible efecte amortidor de l'estimulació primerenca que suposa una educació en la primera infància, podent ser sobretot més beneficiós per a aquelles classes socials més desafavorides, on un context enriquit com són els contextos escolars, pot jugar un paper fonamental en el desenvolupament primerenc de nens i nenes d'aquests estrats socials. De fet, alguns autors han conclòs que l'assistència a l'escola bressol és una eina social molt poderosa per tancar les disparitats de desenvolupament cognitiu causades per entorns d'aprenentatge més desafavorits de classes familiars de menys recursos.

Aquestes publicacions científiques ens porten a la conclusió inevitable que s'han d'afavorir cada cop més polítiques socials i educatives que facilitin l'accés a l'escola bressol a les famílies més desafavorides. Una altra variable estudiada i que fa un pas més en la proximitat d'efecte més directe sobre el desenvolupament de l'infant, és la salut mental del cuidador primari. La literatura científica ha centrat els seus esforços en la salut mental materna per ser habitualment la cuidadora primària, i sobretot en l'efecte dels quadres clínics o subclínics depressius, per ser un dels quadres més prevalents en el gènere femení, tal i com està descrita fins ara. Els estudis en aquesta àrea també dibuixen una cadena d'efectes, on tant la pobresa, la baixa educació materna, l'alt nivell d'estrès, com el suport social escàs apareixen com a factors de risc tant per al desenvolupament primerenc, com per a la depressió materna.

D'altra banda, hi ha un consens ampli entre la literatura científica de les ciències del desenvolupament infantil que donen suport a l'efecte beneficiós d'un context familiar d'alta qualitat en el desenvolupament cognitiu dels nens i nenes en edat primerenca. Aquests resultats continuen sent avalats per estudis recents, on fins i tot s'ha aconseguit diferenciar l'efecte del context familiar i l'estatus socioeconòmic, com dos factors que poden exercir un efecte independent un de l'altre a l'hora d'explicar el ni-



Un context familiar d'alta qualitat és beneficiós en el desenvolupament cognitiu dels nens i les nenes en edat primerenca.

vell de desenvolupament de la primera etapa de vida. Quan desglossem subfactors que componen un context familiar de qualitat, ens trobem variables de naturalesa relacional i de criança, com també aspectes físics de la llar com l'accés a materials/joguines estimulants i espais físics favorables, no només de la llar, sinó també l'accés a parcs i zones verdes propers a la residència familiar.

Altres subfactors importants de l'ecosistema familiar són el clima emocional de la unitat convivencial familiar, així com la relació i el suport de la mateixa família extensa a les tasques de criança. Totes aquestes variables en conjunt s'han relacionat tant amb l'estatus socioeconòmic de la família com amb l'efecte potencial en l'estimulació del desenvolupament de nens i nenes en edat primerenca. Fent una anàlisi encara més *micro* de les conductes de criança dels cuidadors primaris associats a variables predictores d'un context familiar de qualitat, es destaquen conductes com la sensibilitat en la resposta a les demandes del nen o nena, la interacció didàctica freqüent, l'afecte positiu, entre d'altres. Totes aquestes microconductes de les principals figures d'aferrament i criança s'han vist com a factors estimulants del joc, el desenvolupament cognitiu i les habilitats comunicatives dels primers dos-tres anys de vida.

Sembla força intuïtiu suposar que un nivell socioeconòmic més alt es relacionarà amb menys problemes de salut mental materna/paterna, una major qualitat del context familiar general i una major assistència a l'escola bressol, cosa que s'acaba d'entendre generalment com un resultat directe de famílies amb més nivell de recursos. No obstant això, la complexitat de com interactuen totes aquestes variables en conjunt sobre el neurodesenvolupament és difícil de discernir. De la mateixa manera, resulta complex mesurar fins a quin punt aquests factors de context poden compensar alguns dels determinants biològics o fins i tot exposicions ambientals de contaminació química esmentats en aquest capítol.

En els esdeveniments històrics generats per l'actual pandèmia generada pel virus SARS-CoV-2 (conegut com a COVID-19), són múltiples els desafiaments als quals s'estan enfrontant una important proporció de famílies de tot el món, on les adversitats passen tant per dificultats socioeconòmiques profundes, com sanitàries que inclouen la salut mental dels cuidadors primaris. Fins ara, les polítiques socials dissenyades per promoure el desenvolupament primerenc s'han centrat en abordar predominantment les necessitats econòmiques, de nutrició i de salut bàsiques. Tot i això, l'estat de la literatura científica actual subratlla la necessitat de desenvolupar polítiques públiques que puguin intervenir en el suport del context familiar, incloent-hi l'ensenyament d'estratègies de criança i estimulació primerenca, que també puguin protegir el desenvolupament primerenc d'una multitud de factors adversos que puguin minvar la qualitat del context familiar a nivell poblacional, fruit de la profunda crisi econòmica i social generada per la pandèmia.

Recomanacions pràctiques per a la vida diària

Al llarg d'aquest capítol hem repassat diferents aspectes de la contaminació química que poden afectar el neurodesenvolupament dels nostres fills i filles, així com aspectes de l'ambient social que, en canvi, en poden afavorir el desenvolupament. Tot seguit, oferim una sèrie de recomanacions pràctiques aplicables a la quotidianitat del dia a dia que poden prevenir l'exposició de certs nivells de contaminants nocius per al neurodesenvolupament, i pautes senzilles que han demostrat afavorir el desenvolupament:



Es recomana limitar les activitats a l'aire lliure amb nens quan els indicadors de qualitat de l'aire són baixos.

Prevenció

Contaminació de l'aire:

- És important prestar atenció als indicadors de qualitat de l'aire anunciat en els mitjans de comunicació, en agències meteorològiques locals i estatals, així com en diverses fonts de salut pública locals. Es recomana limitar les activitats a l'aire lliure dels nostres fills i les filles quan aquests indicadors mostren una baixa qualitat de l'aire.
- Augmentar l'ús d'espais verds, sortir de les ciutats i passar el màxim de temps possible a l'aire lliure en medis naturals menys contaminats.
- Seleccionar els parcs infantils que estiguin més allunyats del trànsit rodant.
- Ventilar el domicili familiar fora de les hores punta de trànsit.
- Evitar fumar dins la llar familiar, o dins un vehicle on puguin viatjar els nens. En zones públiques, evitar de manera proactiva l'exposició passiva al fum de tabac d'altres fumadors (incloent-hi fumadors de cigarrets electrònics).

Contaminació de l'aigua:

- És possible conèixer la qualitat de l'aigua del vostre domicili consultant la pàgina oficial del vostre municipi a través de l'empresa pública proveïdora de l'aigua de la zona. És un dret del ciutadà conèixer la qualitat de l'aigua de consum.
- No utilitzeu aigua calenta de l'aixeta per consumir-la o per cuinar-la, ja que en els acumuladors i escalfadors d'aigua tendeixen a acumular-se més contaminants.

- Deixar córrer l'aigua abans del seu ús per al consum o per cuinar, això evitarà que contaminants acumulats a canonades amb poc manteniment acabin a l'aigua de consum.
- Bullir l'aigua durant com a mínim un minut prevé la ingesta de bacteris i altres gèrmens, però no elimina altres substàncies químiques. Hi ha alguns filtres al mercat que poden no només millorar l'olor i el gust de l'aigua de l'aixeta, sinó també reduir alguns d'aquests químics. En cas de fer servir aquest tipus de filtres, també és important recordar que requereixen un bon manteniment.

Contaminació des de recipients de plàstic (bisfenol A):

- Procura utilitzar recipients identificats com a "BPA-free" (de l'anglès, lliures de BPA), o utilitza recipients de vidre que siguin segurs per als nens.
- Evita escalfar menjar o líquids en recipients de plàstic, i evita netejar-los al rentaplats en altes temperatures, així podem prevenir que els nens i nenes puguin ingerir els materials tòxics que es desprenen del plàstic al menjar o a l'aigua en altes temperatures.
- Evita joguines de plàstic en edats en què els nens i nenes petits tendeixen a explorar-ho tot amb la boca, i per a qualsevol edat, selecciona aquelles joguines que han passat per la regulació europea en la seguretat de materials de les joguines.

Contaminants al peix:

- El peix, i en concret el peix blau té indubtables propietats nutritives per al cervell en desenvolupament, però no totes les espècies són igual de saludables a causa dels seus nivells de mercuri i altres contaminants diluïts al greix.
- Alguns peixos suposen una selecció més segura per a nens i nenes en desenvolupament, com ara salmó, gambetes, bacallà, sardines, anxoves, etc. Una bona regla que cal recordar és que els peixos grassos més grans i més depredadors tendeixen a acumular més quantitat de mercuri i altres contaminants a causa de la seva condició de depredadors els fa acumular la ingesta de molts altres peixos més petits amb diversos nivells de contaminants. Per això, espècies com verat reial, peix espasa, tauró, tonyina vermella gran, etc. estan totalment desaconsellats per als períodes de desenvolupament. En qualsevol cas, recomanem consultar el pediatre sobre les espècies de consum habituals de la teva zona i l'edat concreta del teu fill/a.

Pesticides i herbicides:

- Minimitzar el consum de verdures i hortalisses de grans explotacions que puguin utilitzar pesticides i herbicides. El consum de productes "orgànics" (quan sigui possible) ha demostrat ser una opció més segura per a tota la família.
- Rentar totes les fruites i vegetals amb aigua freda abans del consum, i tot i eliminar una important font de fibra i vitamines, pelar les fruites i vegetals és una altra alternativa que augmenta la prevenció del consum de pesticides i herbicides.
- En cas de tenir jardí, hort, flors etc. controla o evita l'ús de pesticides que puguin acabar exposant els més petits de la casa. De la mateixa manera, cal evitar l'ús habitual d'insecticides dins la llar.

Promoció del desenvolupament:

- Quan pensem en oferir als nostres fills i filles un bon assortiment de joguines que puguin estimular el seu desenvolupament, és important tenir presents dues qüestions fonamentals: 1) el més gran estimul per als nens i nenes en desenvolupament no són els objectes, sinó les interaccions humanes que enriqueixen el joc d'aquestes joguines, i 2) és molt més important la qualitat del tipus de joguines que puguem seleccionar per a cada etapa en desenvolupament que la quantitat.
- Alguns exemples de tipus de joguines que són interessants en els primers anys de desenvolupament:
 - Trencaclosques.
 - Joguines musicals o instruments de joguina.
 - Materials associats als treballs manuals com pintures, plastilina etc.
 - Llibres/contes adequats per a cada edat.
 - Accés a llistes de reproducció de música infantil.
 - Miniatures (animals/ninots), cuinetes o semblants.
 - Pilotes, bombolles i similars que promouen el moviment físic.
- Limitar l'accés a pantalles en totes les edats. Nens per sota dels dos anys no haurien d'estar exposats a cap mena de dispositiu de pantalla, i preescolars per sota de cinc anys no haurien de superar l'hora al dia. En aquest sentit, es recomana evitar tenir la televisió o una altra pantalla encesa als àpats familiars del dia.
- Intentar trobar els moments d'explicar contes o llegir llibres ajustats a l'edat del nen/a.

- Compartir cançons i balls amb cuidadors o altres germans/germanes de la casa, animant a imitar moviments, melodies, paraules etc.
- Compartir diferents jocs de tipus sensorial i físic en família, idealment en espais verds a l'aire lliure mantenint la qualitat relacional d'aquests jocs.
- Ajustar el nivell de llenguatge de cada etapa de desenvolupament del llenguatge, animant i oferint oportunitats per a l'aprenentatge de nous sons, gestos i paraules (evitar diminutius), alhora que cuidem la nostra posició que ha d'afavorir que l'adult estigui a la mateixa alçada que el nen/a amb qui s'està comunicant.
- Establir límits no entra en conflicte amb una criança afectuosa. És important saber que una criança amb límits clars afavoreix l'aprenentatge i el desenvolupament d'àrees socioemocionals i de capacitats futures d'autoregulació.
- Oferir un bon model d'expressió i identificació de les emocions. Primer treballem la capacitat d'identificar i diferenciar les diferents emocions bàsiques, per després treballar les relacions de diferents successos associats a cada emoció, i afavorir-ne l'ús, la comprensió i l'expressió conscient.
- Quan el vostre fill/a es desregula, no cedir davant les seves exigències, però sí acompanyar-lo i ajudar-lo a l'hora de desenvolupar diferents estratègies de regulació, així com estratègies que ajudin a combatre la frustració.
- Assignar petites tasques a la llar ajustada a cada edat (exemple recollir les joguines, recollir el plat de la taula, portar la roba bruta a la cistella, etc.).
- Donar suport a un rol actiu durant les activitats quotidianes d'higiene i vestit. Són activitats que tenen lloc diverses vegades al dia, i poden ser oportunitats per aprendre vocabulari, font d'estimulació d'habilitats motores, així com desenvolupar habilitats generals d'autonomia.
- Reconèixer i reforçar les conductes més apropiades i adaptades a cada context i moment de manera explícita.
- Afavorir l'accés escolar al voltant dels vint-i-quatre mesos (segon aniversari), o bé oferir diverses oportunitats de joc en espais compartits amb altres nens i nenes de la mateixa edat amb regularitat.

Bibliografia

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](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](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](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., Forn, 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). Recommendations for Preventing Exposure to Toxic Chemicals. *International Federation of Gynecology and Obstetrics*.
22. Larrañaga, I., Santa-Marina, L., Begiristain, H., Machón, M., Vrijheid, M., Casas, M., Tardón, A., Fernández-Somoano, A., Llop, S., Rodríguez-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](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 pediatria españa*, 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 Behavior 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](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. Impacte de la contaminació de l'aigua

Cristina Villanueva

Investigadora, experta en qualitat i salut de l'aigua. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

L'aigua és vida i constitueix una necessitat bàsica i un dret universal de les persones (Nacions Unides 2010). De mitjana, les persones adultes consumim aproximadament dos litres diaris. A Espanya, Europa i en general als països de renda alta, l'aigua de consum a la xarxa de distribució pública és segura. Això és així gràcies a que hi ha una legislació i una vigilància que garanteix que l'aigua que arriba a les nostres cases no representa un risc per a la nostra salut.

Origen de l'aigua de beguda

L'aigua que ens arriba a les nostres cases és un recurs natural que circula entre diferents compartiments: aigua dolça (rius, aqüífers), mars i oceans, vapor d'aigua en l'atmosfera, i gel en els pols i alta muntanya. L'aigua dolça és el compartiment amb menor quantitat d'aigua (menys de l'1 % del total), i no obstant això és la que està disponible per al consum i les activitats humanes (agricultura, indústria). Per tant, es tracta d'un recurs limitat.

L'origen de l'aigua (subterrani, riu, embassament, marí, etc.), les seves característiques fisicoquímiques, i el tractament de potabilització determinen en gran mesura la qualitat de l'aigua de consum. Això explica que la qualitat i el gust varïin geogràficament. El gust, olor i color es denominen propietats organolèptiques de l'aigua, i poden variar per la composició dels minerals (per exemple, la duresa), els sòlids en suspensió, i altres paràmetres de qualitat que varien en funció de l'origen de l'aigua, del tractament, i de la xarxa de distribució.

En països de renda alta, com és Espanya o Europa, la seguretat microbiològica està garantida pels processos de tractament i desinfecció, i les infeccions transmeses a través de l'aigua són pràcticament inexistent.



L'aigua dolça és el compartiment amb menys quantitat d'aigua i tanmateix és la que està disponible per al consum i les activitats humanes.



La solució per evitar l'exposició a subproductes de desinfecció de l'aigua s'ha de fer a nivell comunitari.

Contaminants més habituals en l'aigua de beguda

Els contaminants químics poden tenir múltiples orígens. Hi ha contaminants d'origen natural (com ara arsènic, fluor, etc.). No obstant això, la majoria de contaminants provenen de l'activitat humana, com ara l'agricultura (nitrat, pesticides), la indústria (contaminants sintètics), la pròpia xarxa de distribució (plom, per exemple), el tractament de potabilització (trihalometans (THM) i altres subproductes que deriven del procés de desinfecció), i dels productes d'ús quotidià (residus farmacèutics, per exemple). A continuació, es detallen les característiques dels contaminants químics més habituals, els seus possibles riscos en la salut, així com la situació a Espanya i altres països.

Subproductes de la desinfecció

Què són i com es formen. La desinfecció de l'aigua de consum és necessària per inactivar patògens i així evitar malalties infeccioses en la població. Els desinfectants són substàncies altament reactives, que a més d'inactivar els microorganismes, reaccionen amb la matèria orgànica present en l'aigua. Aquesta reacció genera subproductes indesitjats, denominats subproductes de la desinfecció. Es generen

centenars de compostos, encara que els més coneguts són els THM, que són els més abundants i són els que estan inclosos a la legislació espanyola (BOE 2003) i 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). Després dels THM, els àcids haloacètics són els subproductes més habituals del clor, que al seu torn sol ser el desinfectant més àmpliament utilitzat. Desinfectants alternatius inclouen ara el diòxid de clor i l'ozó, que generen subproductes de la desinfecció específics. Clorit i clorat són subproductes del diòxid de clor. L'ozó en presència de bromur pot generar bromat, que té propietats tòxiques. Els THM i el bromat estan regulats des de l'anterior llei europea (EC 1998), que ha estat recentment actualitzada (EC 2020). Actualment, clorit, clorat, i àcids haloacètics són també de control obligatori.

Vies d'exposició humana. Els subproductes de la desinfecció són d'especial interès, ja que alguns són volàtils i permeables a la pell, i totes les persones podem estar exposades a través de la dutxa, el bany, etc. Per tant, a nivell individual podem fer poca cosa per evitar aquesta exposició, i la solució ha de ser a nivell comunitari a través de millorar la qualitat de l'aigua en origen i el tractament de potabilització a les plantes de tractament.

Efectes en la salut. L'exposició crònica a nivells fins i tot per sota del màxim regulat s'ha associat a un augment de risc de càncer de bufeta, també amb exposicions a través de la dutxa i el bany (Villanueva *et al.* 2015). L'exposició durant l'embaràs als subproductes de la desinfecció s'ha investigat com a possible factor de risc per creixement fetal reduït, part prematur, avortament espontani, malformacions congènites, i altres efectes reproductius. L'evidència en el seu conjunt mostra una associació molt baixa amb baix pes al néixer. No hi ha risc amb part prematur i avortament espontani. Alguns estudis suggereixen un risc cap a determinades malformacions congènites, però els estudis presenten limitacions i no s'ha pogut concloure amb certesa.

Exposició a piscines. Els subproductes de la desinfecció es troben també a les piscines, ja que es desinfecta l'aigua regularment i hi ha una aportació de matèria orgànica per part dels banyistes. En el cas de les piscines, a més dels THM i àcids acètics halogenats, es formen cloramines per la reacció entre el clor i el nitrogen present en la matèria orgànica provinent dels banyistes (suor, orina, cosmètics, cabells, etc.). La tricloramina és altament volàtil i és irritant de les vies aèries i les mucoses. L'exposició primerenca (durant el primer any de vida) a piscines (denominat *baby swimming*) s'ha suggerit com a factor de risc d'asma en població susceptible (parets atòpics). En població general, inclosos els infants, els estudis en el seu conjunt mostren que l'assistència a la piscina no suposa un risc d'asma o salut respiratòria (veure secció "contaminants de l'aigua de recreació").

Nivells a Espanya. Els nivells de THM varien entre regions, a causa de les diferències en l'origen de l'aigua, les característiques de la mateixa, i els diferents tractaments. Els nivells són molt baixos en zones on l'aigua prové d'aqüífers subterranis, mentre que els nivells són més alts en zones subministrades per aigua provinent de rius o embassaments.

Nitrat

Què són i d'on provenen. L'origen del nitrat en aigua està en la contaminació difusa dels camps de cultiu per l'ús de fertilitzants en agricultura intensiva, i també residus ramaders (purins). En zones agrícoles, el nitrat en aigua subterrània és un problema molt estès, tant a Espanya com a Europa i la resta de món.

Efectes en lactants. L'exposició a nivells alts de nitrat a través de l'aigua utilitzada en la preparació de llet de fórmula provoca metahemoglobinèmia. És a dir, el transport d'oxigen a la sang es veu reduït, el que provoca una hipòxia (síndrome de l'infant blau). Per aquest motiu el nitrat està regulat en l'aigua de consum i s'inclou en els paràmetres d'anàlisi rutinària perquè no superin el nivell màxim admissible (50 mg/L).

Altres efectes. Diversos estudis suggereixen que l'exposició crònica a nitrat a nivells per sota del màxim regulatori podrien incrementar el risc de determinats tipus de càncer (colorectal principalment). Altres efectes adversos associats amb nivells alts de nitrat inclouen la malaltia tiroïdal i defectes del tub neural (Ward *et al.* 2018).

Nivells a Espanya. Segons l'informe del Sistema d'Informació Nacional d'Aigües de Consum (SINAC), la mitjana de nitrat en l'aigua subministrada va ser de 9,6 mg/l el 2019, bastant per sota del nivell màxim admissible (50 mg/L) (SINAC 2019).

Arsènic

Origen en aigua. L'arsènic és un component natural de l'escorça terrestre. En algunes zones del món, les formacions geològiques tenen concentracions especialment altes, i l'aigua subterrània que circula per elles conté nivells elevats d'arsènic. Això passa a Bangladesh, algunes zones de l'Índia, Amèrica Central, Amèrica del Sud, Taiwan, determinats llocs a la Xina, etc.

Efectes en la salut. A nivells elevats d'exposició, l'arsènic en aigua causa càncer de pulmó, de pell, i de bufeta (IARC 2004). També s'associa a efectes cardiovasculars, queratosi a la pell, neurotoxicitat en nens, diabetis, efectes adversos en l'embaràs, entre d'altres problemes de salut (*Human Rights Watch* (HRW), Observatori de Drets Humans). L'arsènic està regulat i es realitzen controls habituals que mostren que a Espanya i en termes generals a Europa, els nivells d'arsènic són segurs.

Nivells a Espanya. L'arsènic presenta nivells per sota del límit legislatiu (10 µg/L) en un 99,3 % de les anàlisis realitzades el 2019 (SINAC 2019).

Fluorur

Origen natural i efectes. Es tracta d'un contaminant d'origen natural present en algunes zones del món (Etiòpia i Vall del Rift, per exemple). L'exposició a les concentracions presents en aquestes regions produeix deformacions esquelètiques i enfosquiment de les dents (Malde *et al.* 2011).

Fluoració de l'aigua i possibles efectes. En alguns països, com a mesura preventiva per reduir la càries i millorar la salut dental a nivell poblacional, s'aplica una baixa dosi de fluor en l'aigua de distribució. Aquesta activitat ha generat un debat intens entre defensors i detractors de la fluoració, ja que s'ha suggerit que nivells baixos de fluor poden tenir un efecte advers sobre la salut infantil, concretament efectes neurotòxics (OMS 2006).

Nivells a Espanya. El fluorur es controla regularment a Espanya i Europa, i els nivells estan per sota del nivell màxim admissible (SINAC 2019). D'altra banda, la fluoració es realitza puntualment en algunes regions, però no és una activitat estesa. Per tant, el fluorur en aigua no suposa un problema a Espanya.

Plom

Origen. A diferència d'altres contaminants de l'aigua, el plom s'incorpora a l'aigua durant la distribució fins al punt de consum, a través de la canonades i soldadures de plom (Gómez-Gutiérrez *et al.* 2016). Les canonades de plom han estat habituals fins als anys vuitanta, i encara estan molt presents en habitatges i edificis antics. S'estima que al voltant de 25 % dels habitatges a Europa les presenta (Hayes y Skubala 2009).

Efectes en la salut. El plom és neurotòxic a dosis baixes (Lanphear *et al.* 2005), i es transfereix de la mare al fetus durant l'embaràs (Li *et al.* 2000). El període de desenvolupament cerebral durant l'embaràs i la infància són particularment vulnerables als neurotòxics com el plom (Grandjean and Landrigan 2006). A més de neurotòxic, el plom s'ha associat a baix pes al néixer (Zhang *et al.* 2015) i augment de la tensió arterial (Almeida Lopes *et al.* 2017).

Nivells a Espanya. El plom està regulat actualment amb un nivell màxim admissible de 10 µg/L. No obstant, la proposta de nova directiva d'aigua de consum baixarà aquest límit a 5 µg/L (EC 2020). El 99,7 % de controls reportats al SINAC el 2019 estava per sota del límit màxim.

Cianotoxines

Les cianotoxines són toxines produïdes per un grup de bacteris denominats cianobacteris, que es desenvolupen en ambients aquàtics eutrofitzats (amb excés de nutrients, principalment nitrat i fòsfor, a causa de l'activitat humana). Són tòxiques per als humans i donen lloc a alteracions gastrointestinals, reaccions al·lèrgiques o irritació. Les microcistines són un tipus de cianotoxines que estan regulades en la legislació d'aigua de consum, amb un límit màxim admissible d'1 µg/L.

Duresa

La duresa de l'aigua no entra en la categoria de contaminant, sinó que es tracta d'un paràmetre de qualitat consistent en el carbonat de calci i magnesi. La duresa s'origina en el material geològic on discorre l'aigua. Tot i que la duresa de l'aigua pugui ser un inconvenient per a alguns electrodomèstics, és innòcua per a la salut. Encara que l'evidència científica no és conclouent, existeixen nombrosos estudis que associen l'aigua tova (amb duresa baixa) a un major risc de malaltia cardiovascular (Monarca *et al.* 2006).



Contaminants emergents en l'aigua de beguda

La llista de possibles contaminants en aigua és llarga. A més dels químics regulats, la qualitat de l'aigua pot estar amenaçada per substàncies que no estan legislades i no es monitoritzen regularment. A aquests contaminants en diem "emergents" i és el cas, per exemple, de les substàncies perfluoroalquilades, els microplàstics, els residus farmacèutics, etc.

Substàncies poli- i perfluoroalquilades

Els PFAS són substàncies poli- i perfluorades, també anomenades "substàncies eternes", ja que no es degraden en la naturalesa. És un grup molt divers, ja que hi ha més de 4.000 molècules de PFAS. Els PFAS s'utilitzen en una àmplia gamma de productes de consum per la seva capacitat per repel·lir tant el greix com l'aigua, que inclouen: envasos de paper i cartró per a aliments (per exemple, envasos per emportar, bosses de crispetes de blat de moro, caixes de pizza, pastissos preparats, etc.); estris de cuina antiadherents (tefló); teixits (per exemple, roba i equips impermeables per a exteriors, catifes, matalassos, etc.); cosmètics (per exemple, condicionador per al cabell, crema base, protector solar, etc.); electrònica (per exemple *smartphones*). També s'utilitzen en aplicacions com escumes contra incendis, en una escuma especial per extingir incendis líquids com incendis de petroli.

Els PFAS es porten utilitzant des dels anys quaranta, i actualment es troben àmpliament distribuïts en el medi ambient. Les persones podem estar exposades a través d'alguns dels productes quotidians que els contenen, així com a través de l'aigua de consum o els aliments. A causa de que és extremadament difícil per a les plantes de tractament d'aigua eliminar PFAS, la contaminació de l'aigua potable amb PFAS és una preocupació en augment en alguns països. Els PFAS s'han inclòs en la proposta de nova directiva europea d'aigua de consum (EC 2020) i seran regulats a Europa i Espanya en un futur proper (nivell màxim proposat 0,10 µg/L).

Els components més coneguts dels PFAS són el PFOA (àcid perfluorooctanoic) i el PFOS (sulfonat de perfluorooctà), que han mostrat interferir amb el sistema hormonal (per això s'anomenen disruptors endocrins), sistema reproductiu, desenvolupament del fetus, sistema immunològic (menor resposta a vacunes en nens), i promouen el desenvolupament d'alguns tipus de càncer (ronyó, testicular) (ATSDR 2018). No obstant això, molts components dels PFAS que actualment s'utilitzen no han estat encara estudiats i es desconeix la seva toxicitat.



La llista de possibles contaminants en aigua és llarga, des dels químics regulats fins a substàncies que no estan legislades.

Microplàstics

Els microplàstics són un grup de materials sintètics fets de polímers derivats del petroli. Són partícules sòlides de mida inferior a 5 mm, no són solubles en aigua i tenen una capacitat de degradació molt baixa. Els microplàstics poden ser de dos tipus: primaris, és a dir, fabricats específicament en una mida ja *micro* (per exemple, abrasius industrials, microesferes utilitzades en cosmètics) o secundaris, és a dir, formats per la fragmentació d'articles de plàstic més grans. La forma és variable i inclou esferes, partícules irregulars, fibres, pel·lícules, etc. Exemples concrets del tipus d'origen dels microplàstics inclouen la fragmentació de la superfície i les pintures de la carretera, les deixalles de desgast dels pneumàtics, els tèxtils, l'abrasió d'objectes (per exemple, les soles sintètiques de les sabates), les gespes artificials, les fibres tèxtils i els cosmètics, entre d'altres (OMS 2019).



Diversos estudis han mostrat la presència de microplàstics en aigua de consum, especialment en aigua embotellada.

Els microplàstics comporten diverses exposicions alhora. D'una banda, tenim la partícula pròpiament dita, que pot ser de diversos tipus de polímer (com pot ser polietilè-PE, polipropilè-PP, polietilè tereftalat-PET, poliestirè-PS, clorur de polivinil-PVC, policarbonat-PC, poliamida-PA, poliuretà-PUR, etc.), i de diverses formes i mides. En segon lloc, els microplàstics contenen additius que s'utilitzen en la producció del plàstic (bisfenol A, ftalats, èters de difenil polibromats, colorants de cadmi, entre d'altres). En tercer lloc, la superfície del microplàstic pot ser un focus de concentració de contaminants ambientals (com pesticides i altres contaminants orgànics persistents). Finalment, els microplàstics poden ser portadors de microorganismes adherits a la superfície (SAPEA 2019).

Els microplàstics són ubics en l'ambient i s'han detectat en aigües marines, aigües residuals, aigua dolça, aliments, aire i aigua potable (OMS 2019). Diversos estudis han mostrat la presència de microplàstics en aigua de consum, especialment en aigua embotellada. Actualment es desconeixen els seus possibles riscos per a la salut, que podrien associar-se a les partícules en si mateixes, a productes químics associats (monòmers no adherits, additius del propi plàstic, i substàncies químiques de l'ambient adsorbides a la superfície) i microorganismes que poden adherir-se i colonitzar la superfície formant un biofilm (SAPEA 2019).

Residus farmacèutics

En general, entre el 30 i el 90 % de la dosi d'un medicament administrat per via oral s'excreta com a substància activa en l'orina dels animals i els éssers humans. Una part important dels medicaments es rebutja a través dels lavabos i inodors i acaba al medi ambient. A la Unió Europea (UE), l'aportació de les plantes de fabricació a l'abocament de medicaments i/o residus dels mateixos es considera, en general, insignificant.

Després d'introduir-se al medi ambient, els medicaments es transformen i desplacen d'un compartiment ambiental a un altre (aigües superficials i subterrànies, sòl i aire). Els medicaments altament liposolubles poden a més acumular-se en el teixit adipós dels animals i passar així a la cadena alimentària. Aquests productes es degraden en ser digerits i metabolitzats pels organismes, o bé a través dels processos fisicoquímics de terra i l'aigua. Alguns dels productes de degradació poden persistir fins i tot després del tractament de les aigües residuals, la qual cosa és preocupant. Els possibles efectes en la salut es desconeixen. L'aigua potable i els aliments contenen nivells de residus molt baixos que no es consideren perillosos per a les persones, però poden constituir vies d'exposició de baix nivell a llarg termini (OMS 2012).

Aigua envasada i filtres domèstics d'aigua

Tot i que l'aigua de distribució pública és segura en la major part d'Europa, el consum d'aigua embotellada ha augmentat a Espanya i a tot el món en els últims anys. Això en part es deu a motivacions subjectives com el gust i la percepció de risc davant de l'aigua de l'aixeta. No obstant això, la qualitat de l'aigua envasada és monitoritzada en menor mesura que l'aigua pública, i també pot contenir traces de contaminants orgànics provinents de l'aigua en origen i l'envasament (Diduch *et al.* 2013). Un estudi realitzat a Espanya va mostrar que la mitjana del nivell de nitrat és lleugerament més alt en l'aigua embotellada en comparació amb l'aigua d'aixeta en diferents zones (Espejo-Herrera *et al.* 2013). Finalment, alguns estudis mostren que l'aigua embotellada pot tenir contaminants que li confereixen cert potencial de disrupció endocrina (Real *et al.* 2015).

L'ús de filtres domèstics d'aigua s'ha popularitzat en els últims anys, i les tipologies de filtres són múltiples. A grans trets es poden agrupar en gerres filtrants, osmosi inversa o altres processos de membrana (ultrafiltració, nanofiltració), i descalcificadors. El grau màxim de filtració s'obté amb l'osmosi inversa, que elimina pràcticament tots els químics presents. Posterior a la filtració es realitza una remineralització de l'aigua ja que l'aigua destil·lada no és bona per a la salut. D'altra banda, les gerres filtrants redueixen bona part dels químics de l'aigua, com ara els trihalometans (Carrasco-Turigas *et al.* 2013) i també redueixen la duresa. Solen tenir una combinació de materials com ara carboni actiu i resines que adsorbeixen compostos orgànics i redueixen ions. Finalment, els descalcificadors redueixen la duresa de l'aigua a través de materials que retenen el carbonat de calci i magnesi. És important saber que els filtres domèstics necessiten un manteniment adequat, i només són efectius en condicions de



Els filtres domèstics necessiten un manteniment adequat, i només són efectius en condicions de funcionament correcte.

correcte funcionament. L'ús inadequat podria resultar en proliferació de microorganismes, tant en filtres tipus gerra (Daschner *et al.* 1996) com en basats en membranes (Zhang *et al.* 2013).

Aigua de recreació. Piscines

La natació és un esport molt practicat, amb múltiples aspectes positius com l'activitat física, l'alleujament del mal d'esquena i el benestar que proporciona l'aigua. No obstant això, l'Organització Mundial de la Salut identifica tres riscos associats a les piscines:

1. Lesions / ofegament
2. Riscos microbians
3. Riscos químics

A continuació, es descriuen els riscos químics més rellevants.

Desinfecció i subproductes de la desinfecció

Formació de subproductes de la desinfecció. La desinfecció de l'aigua en piscines és necessària per evitar la proliferació i transmissió de microorganismes patògens. El clor és el desinfectant més utilitzat, i en presència de matèria orgànica dels banyistes (orina, suor, cabell, cèl·lules, cosmètics, etc.) reacciona generant subproductes. Molts subproductes de la desinfecció identificats en les piscines també es troben en l'aigua de beguda. A més, la presència de matèria orgànica específicament provinent dels banyistes té un elevat contingut en nitrogen, i condueix a la formació de subproductes nitrogenats com les cloramines (mocloramina, dicloramina, tricloramina). En concret, la tricloramina és un compost volàtil, irritant i d'olor penetrant.

Vies d'exposició. L'exposició a subproductes de la desinfecció en piscines es produeix principalment per inhalació de compostos volàtils o en aerosols i per absorció dèrmica. Els subproductes de la desinfecció volàtils inclouen els trihalometans, i la tricloramina, entre d'altres.

Salut respiratòria i exposició aguda. La primera evidència que l'ambient de la piscina podria ser tòxic per a la salut respiratòria prové d'informes de casos d'intoxicació aguda a causa d'exposicions accidentals al clor en piscines. Els símptomes descrits en aquests casos varien segons el nivell d'exposició i inclouen irritació dels ulls i les vies respiratòries, tos, sibilàncies i falta d'aire i, en el pitjor dels casos, insuficiència respiratòria que requereix ventilació mecànica. Però aquests són casos excepcionals, i la població general no està exposada a aquests nivells.



Efectes en la infància. La possibilitat que l'exposició a l'ambient de piscines pugui afectar la salut respiratòria dels nedadors recreatius i especialment entre els nens ha suscitat preocupació en els últims anys. Si es detectés una associació causal, les implicacions per a la salut pública serien rellevants. D'una banda, l'asma és una de les malalties cròniques més freqüents en els nens, amb una incidència, prevalença, morbiditat, mortalitat i cost econòmic en augment en les últimes dècades. D'altra banda, la natació és un dels esports més practicats en els països occidentals, on el sedentarisme i l'obesitat estan augmentant, especialment entre els nens.

Nadons. L'assistència a la piscina durant el primer any de vida s'ha convertit en una activitat popular en molts països. Aquest és un període vulnerable de la vida, i alguns estudis han avaluat l'efecte d'aquesta activitat en la salut respiratòria posterior dels nens. En general, no s'ha observat un major risc de sibilàncies o infeccions respiratòries en general, però alguns estudis han descrit específicament increments del risc entre nadons nedadors amb mares atòpiques. Basat en el principi de precaució, un informe del Govern belga (BSHC 2012) recomana evitar la natació en piscines clorades durant el primer any de vida, especialment entre els nadons amb pares atòpics o asmàtics. Argumenten que els beneficis per a la salut de la natació per a nadons són menys pronunciats que la natació després dels tres o quatre anys i aquests beneficis poden adquirir-se amb altres activitats.



Els beneficis de la natació semblen superar en gran mesura els riscos potencials de contaminació química.

Nens i nenes. Tot i que encara es necessiten més estudis, l'evidència científica en el seu conjunt no dona suport a la hipòtesi que la natació recreativa augmenta el risc d'asma infantil. Els beneficis de la natació (prevenció de l'obesitat, diabetis, etc.) semblen superar en gran mesura els riscos potencials de contaminació química, com va concloure el Consell Superior de Salut del Govern belga (BSHC 2012).

Exposició ocupacional. Els treballadors en piscines i nedadors professionals són poblacions molt exposades i s'ha descrit una major prevalença de símptomes respiratoris i una major incidència d'asma en nedadors professionals en comparació amb altres atletes d'elit (Villanueva i Font-Ribera 2012).

L'aigua al món

La disponibilitat d'aigua segura és bàsica per a la salut, benestar, i prosperitat de les poblacions. No obstant això, segons l'Organització de les Nacions Unides, el 2017 encara existien 2.200 milions de persones al món sense accés a aigua segura, i uns 3.000 milions no tenen els serveis necessaris per a la higiene de mans a casa. Precisament, un dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) és aconseguir el 2030 accés universal a l'aigua segura i sanejament per a tots (Nacions Unides).



L'ús d'aigua s'ha incrementat més del doble que la taxa de creixement de la població.

D'altra banda, a nivell global i en l'últim segle, l'ús d'aigua s'ha incrementat més del doble que la taxa de creixement de la població. La sobreexplotació danya la flora i la fauna, i compromet la disponibilitat futura. A Europa, l'activitat humana que més aigua consumeix és l'agricultura (aproximadament un 40 %), seguit de la producció d'electricitat (28 %). L'ús domèstic d'aigua representa un 12 % del total (EEA 2018). L'Organització de les Nacions Unides pronostica una creixent escassetat d'aigua en el futur, accentuada pel canvi climàtic (UNICEF 2017), i la gestió de l'aigua equilibrant diverses demandes serà una necessitat en el futur.

Decàleg per a un ús conscient de l'aigua de consum

Com a ciutadans podem contribuir amb els nostres petits grans de sorra:

1. Hem de ser conscients que l'aigua és un bé natural limitat, de manera que cal fer un ús adequat i evitar malgastar-la. D'aquesta manera, les generacions futures podran seguir gaudint d'aquest recurs essencial per a la vida i l'activitat humana.
2. És altament recomanable que evitem utilitzar els desguassos com una paperera o cubell de les escombraries. Evitant els residus que llencem pel desguàs (per exemple, oli de cuinar o de les llaunes de conserva) contribuïrem a millorar el funcionament de les plantes depuradores d'aigua i la qualitat de l'aigua dels rius.
3. Les diferents opcions de consum d'aigua (aixeta, embotellada, ús de filtres) tenen associades diversos avantatges i desavantatges, i l'elecció final és una opció personal.
4. L'ús d'aigua embotellada contribueix al problema dels residus plàstics i els microplàstics, i pot comportar a l'exposició a disruptors endocrins originats en l'envàs de plàstic.
5. L'aigua pública és la que té un control més rigorós de la qualitat, amb anàlisis periòdiques de diversos paràmetres regulats.
6. L'ús de filtres domèstics pot ajudar a reduir la duresa i els nivells d'alguns contaminants (com ara els trihalometans), i poden millorar el gust de l'aigua.
7. Si utilitzem filtres domèstics, és molt important fer el manteniment adequat per al seu correcte funcionament i evitar la proliferació de microorganismes.
8. Especialment en finques antigues (anteriors a 1980), és recomanable revisar el tipus de canonades presents en la instal·lació domèstica d'aigua potable i evitar que siguin de plom.
9. Si volem saber la qualitat de l'aigua en la nostra localitat, podem sol·licitar informació a les entitats responsables de la distribució de l'aigua de consum (ajuntament, companyia de l'aigua, etc.) a través dels mecanismes establerts (pàgina web, etc.).
10. En el cas de la ciutat de Barcelona, els residents poden sol·licitar una analítica d'aigua de consum del domicili a través de l'Agència de Salut Pública de Barcelona.



Hem de ser conscients que l'aigua és un bé natural limitat, per això cal fer-ne un ús adequat i evitar malgastar-la.



Bibliografia

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 Agency*.
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\(06\)96665-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)96665-7)
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 Government 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 Humana 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. Com ens afecta la contaminació acústica?

Miguel Lanaspá

Pediatre. Servei de Pediatria de l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

Són les tres de la matinada. La ciutat i els seus habitants dormen des de fa unes hores. És estiu i la nit calorosa convida a deixar les finestres obertes. Corre una mica l'aire. Tot està tranquil, plàcid. Lluny, sona la remor constant de la gran avinguda propera, remor que no desperta, si no que bressola com un soroll blanc. O, millor dit, gris.

Tot d'una apareix un *petardeig* acostant-se ràpidament. La intensitat i la freqüència del so augmenta. Definitivament s'està acostant. És una moto que, tot i no ser de les més sorolloses tampoc és elèctrica. El trànsit absent li permet anar a bon ritme, escampant centrífugament uns decibels inesperats mentre passeja pels carrers per la ciutat adormida.

Durant el seu trajecte nocturn, el motorista desperta a algunes persones a cada carrer que recorre, i trenca el cicle del son de bastantes altres. Demà, aquestes persones estaran menys descansades, encara que algunes potser ni tan sols en siguin conscients.

Si aquesta moto hipotètica té aquest efecte disruptiu, quin impacte pot tenir en la nostra salut tot el trànsit que dia rere dia retron els nostres carrers? O pot ser que, per contra, ens acostumem al run-run diari? Pateix alguna cosa més en el nostre cos a part de les nostres oïdes? En cas afirmatiu, què podem fer al respecte?



Definim soroll com a so que s'acompanya o provoca efectes indesitjats.

Què és soroll?

En ciències ambientals es pot definir soroll com so no desitjat. Aquesta definició té l'avantatge de ser simple, però és una mica incompleta en el moment d'analitzar els efectes del soroll i la contaminació acústica en la salut. Hi ha gent que gaudeix sentint els baixos potents en un concert de *Metallica* o que li agrada ballar a un metre dels altaveus en una discoteca: tot i ser desitjats, aquests sons tenen un

efecte negatiu sobre la seva salut. Per a aquest capítol parlarem de soroll com a so que s'acompanya o provoca efectes indesitjats. Les magnituds que defineixen un so són intensitat/nivell que es mesura en decibels³, freqüència i durada.



Com el soroll activa el nostre cervell: oïda i vies nervioses

L'oïda és l'òrgan que, juntament amb la vista, ens aporta més informació sobre el nostre entorn. És capaç de percebre un ampli ventall de sons tant en intensitat com en freqüència. És cert que l'oïda dels gossos, per exemple, és molt millor que el nostre, però això no li resta valor a l'enorme potencial de l'oïda humana. Tot i funcionar mitjançant un mecanisme relativament simple que explicarem a continuació, l'oïda humana pot identificar amb enorme precisió l'origen d'un so, tant en localització com en saber què o qui el provoca.

L'oïda consta de tres parts:

- L'oïda externa es compon de l'orella i el canal auditiu. Les ones de so, transmèses per l'aire, es col·lecten i guien a través del canal auditiu cap al timpà, una membrana flexible i circular que vibra quan les ones sonores hi colpegen.

3. El decibel (dB) és la mesura utilitzada per expressar el nivell d'intensitat del so. Es tracta d'una unitat relativa, és a dir, que expressa una comparació en la intensitat de dos sons, per a la qual s'ha assignat el valor 0 dB al llindar d'audició de l'ésser humà. A més, segueix una escala logarítmica, pel que els seus valors no resulten molt intuïtius per al ciutadà del carrer. Hi ha disponibles diversos sonòmetres gratuïts per a *smartphone* per mesurar el nivell de soroll en el dia a dia. Per tenir una idea general dels valors de dB també són útils taules com la taula 1. Es considera que el llindar de dolor en l'ésser humà se situa al voltant dels 140 dB.

- L'oïda mitjana és un espai aeri que se situa darrere del timpà i en el qual es troben els ossos més petits del cos humà: el martell, l'enclusa i l'estrep. Aquests ossos estan col·locats en cadena un darrere l'altre i serveixen de pont entre dues membranes: el timpà d'una banda (oïda externa) i la finestra oval per l'altre (oïda interna). Atès que el timpà és molt més gran que la finestra oval i que la cadena d'"ossets" transmet les vibracions de manera eficient (és a dir, amb escasses pèrdues), el resultat és que l'orella mitjana funciona com un amplificador de so. Davant sons molt potents (per sobre dels 80 dB), els músculs que mantenen units als "ossets" es poden tensar disminuint la mobilitat i protegint així a l'oïda interna.

Taula 1. Nivells de soroll en decibels (llindar de dolor: 140 dB). Font: elaboració pròpia.



- L'oïda interna, o còclea, té forma de closca de cargol i consta de moltes seccions membranoses plenes de líquid. Quan els "ossets" condueixen el so a la finestra oval, el líquid dins de la còclea es mou i desplaça els cilis ("com uns pèls petits") que cobreixen les cèl·lules nervioses auditives, movent-los com si fossin plantes marines seguint el moviment de les onades. Aquest moviment activa les cèl·lules auditives que, al seu torn, envien impulsos elèctrics a través dels nervis auditius cap al cervell, on són interpretats com a so. Aquestes cèl·lules ciliades són molt fràgils i es poden destruir si se sotmeten a intensitats sonores excessives, amb l'agregant que no es regeneren.



LOMS calcula que anualment es perden més d'un milió i mig d'anys de vida sana a Europa a causa de la contaminació acústica.

Els impulsos elèctrics que recorren els nervis auditius són interpretats en diferents parts del sistema nerviós central, començant pels nuclis coclears del tronc cerebral. En aquests nuclis s'analitzen la durada, freqüència i intensitat dels sons i a partir d'aquesta informació el nostre cervell pot actuar o no, de manera conscient o inconscient. Si totes aquestes freqüències i intensitats resulta que componen el nostre nom pronunciat per un humà, buscarem la font del so per respondre. Si és una música, probablement s'activaran emocions associades amb la memòria que tenim de la melodia. Si són sorolls forts i abruptes, com una explosió o el rugit d'un depredador o el motor d'una motocicleta nocturna, ens sobresaltarem i ens posarem en alerta.

Aquesta activació dels nostres sistemes d'alerta és la resposta més inconscient i primitiva que tenim ja que la informació ni tan sols arriba a l'escorça cerebral, sinó que es processa a través del sistema nerviós autònom. Simplificant molt, mitjançant aquest sistema autònom es prepara inconscientment a l'organisme per respondre a una amenaça, ja sigui fugint o atacant. És un sistema extremadament útil en el regne animal ja que permet respondre als atacs esporàdics dels depredadors amb una potent descàrrega d'adrenalina, però l'activació constant, com la que patim pel soroll que ens envolta, pot comportar importants inconvenients, com veurem més endavant. En altres paraules, com en altres situacions que afligeixen l'ésser humà, no hi ha hagut temps per a que tingui lloc una adaptació evolutiva que ens protegeixi d'aquesta (relativa) nova característica del nostre entorn.

Impacte del soroll en la nostra salut

Es diu que el famós microbiòleg Robert Koch, uns anys després de guanyar el seu Premi Nobel el 1905 va dir que *"Algun dia, l'ésser humà haurà de lluitar contra el soroll amb tanta feresa com contra el còlera o la pesta"*. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) calcula que anualment, es perden més d'un milió i mig d'anys de vida sana (en anglès, DALYs⁴) a Europa a causa de la contaminació acústica, el que la situa com a segona causa ambiental de problemes de salut, a prop de la càrrega de malaltia atribuïble a la contaminació atmosfèrica. No obstant això, el nivell de conscienciació de la població general difereix enormement entre aquestes dues importants causes de malaltia. Vegem a continuació els efectes més rellevants del soroll en la nostra salut.

4. DALYs (*Disability Adjusted Life Years*. En català: anys de vida ajustats per discapacitat) és una mesura utilitzada per calcular la càrrega de diferents malalties en la població. Té en compte tant els anys potencials de vida perduts (a causa d'una mort per malaltia) com els anys de vida viscuts amb una discapacitat, ponderats segons el nivell de discapacitat amb un coeficient que va des del 0 (salut perfecta) a l'1 (màxima discapacitat o mort). Per exemple, el coeficient de discapacitat per sordesa se situa al voltant de 0,3, el de depressió major o ceguesa és de 0,6, i el de psicosis activa o demència de 0,9 aproximadament.

Oïda

El soroll és un problema íntimament relacionat amb el desenvolupament. Si bé és cert que hi ha zones rurals o semirurals en què es poden registrar alts nivells de soroll (com ara cases properes a vies de tren, autopistes o aeroports), és sobretot a les ciutats on els nivells de soroll acaben afectant a la salut. Actualment, el 55 % de la població mundial viu en ciutats, i aquest percentatge gairebé arribarà al 70 % el 2050, segons dades del Banc Mundial. A Espanya, el 80 % de la població resideix en zones urbanes.



L'exposició a sons per sobre de 85 dB, encara que siguin de curta durada, pot comportar la destrucció de cèl·lules ciliades de l'oïda interna i, per tant, una pèrdua auditiva irreversible. Més preocupant és l'exposició crònica a sons que poden semblar innocus, com el soroll de fons d'una ciutat, que també comporten una pèrdua auditiva que pot passar desapercebuda. El 75 % dels habitants de ciutats industrialitzades pateix algun grau de sordesa, encara que aquest efecte no s'aprecia clarament en l'audició dels nens. No obstant això, si s'afegeix l'ús freqüent d'auriculars amb música per sobre del soroll urbà de fons, ens trobem amb adolescents i adults joves amb pèrdues auditives moderades-greus en freqüències agudes, típiques de gent gran. Dit amb altres paraules, l'exposició continuada a soroll excessiu està provocant un envelliment prematur de la nostra audició de fins a deu anys. En nens i adolescents aquesta pèrdua auditiva no és tan accentuada i s'associa a l'ús d'auriculars de forma habitual.

L'exposició a sons per sobre de 85 dB pot comportar la destrucció de cèl·lules ciliades de l'orella interna i, per tant, una pèrdua auditiva irreversible.

Una situació molt diferent, més dramàtica però generalment de millor pronòstic, és el trauma acústic. Es tracta d'una pèrdua d'audició sobtada per exposició a un soroll breu i molt potent com, per exemple, una explosió o un petard a poca distància. En aquest cas, la pèrdua auditiva sol ser per perforació del timpà i/o lesió de la cadena d'"ossets" i es pot intentar reparar quirúrgicament, encara que segons la intensitat de l'explosió, els danys poden ser irreversibles.

Son

El son és un procés fisiològic extremadament important per a la nostra salut. Consta de cinc fases successives, cadascuna amb la seva funció pròpia i el seu patró característic d'ones cerebrals. Si se succeeixen les cinc fases ininterrompudament, de la fase I (més superficial) a la fase IV (més profunda) seguida de la fase REM⁵, es considera que s'ha completat un cicle de son. Aquest sol durar entre noranta i cent deu minuts i al llarg de la nit es poden completar entre quatre i sis cicles. En lactants, el cicle de la son és més curt, d'uns quaranta-cinc minuts, i és freqüent que s'acabi amb un despertar o microdespertar.

5. REM, de l'acrònim en anglès de *Rapid Eye Movement* (Moviment Ràpid de l'Ull).



Dormir en ambients sorollosos, fracciona el son, trenca el cicle i priva l'organisme dels beneficis de les fases més profundes del son.

En absència de molèsties, ens solem despertar després d'una fase REM quan el son és més superficial i s'ha completat un cicle de son. No obstant això, podem despertar-nos en qualsevol de les fases, si bé un despertar en la fase IV serà oblidat ràpidament. Aquests despertars durant el cicle de son, tot i que no es recordin i tinguem la impressió d'haver dormit "d'una sonada", tenen un greu efecte ja que es torna a la casella de sortida: la fase I del son, sense haver gaudit dels beneficis del son profund i del son REM.

Dormir en ambients sorollosos, o la presència de sorolls inesperats com el de la motocicleta de l'exemple inicial, o el del camió de les escombraries, fracciona el son, trenca el cicle i priva l'organisme dels beneficis de les fases més profundes com poden ser la disminució de la pressió sanguínia, la producció de serotonina (hormona "antiestrès") i la consolidació dels records del dia anterior. Això últim és indispensable per assegurar l'aprenentatge en els nens, que no és més que un reforç i reestructuració dels records en incipients esquemes mentals. A més, una mala higiene del son augmenta el distrès emocional que es manifesta generalment com irritabilitat en nens i distímia o depressió en adults. L'Agència Europea de Salut calcula que a Europa hi ha actualment 6,5 milions de persones que pateixen alteracions del son greus.



Nivell d'estrès i efecte cardiovascular

El soroll de fons a les ciutats suposa un soroll d'uns 60-70 dB que vindria a correspondre a viure a prop d'un vell aparell d'aire condicionat constantment ençès. Per sobre de 65 dB el nostre cervell interpreta un soroll com una amenaça potencial per la qual cosa s'activa el nostre sistema nerviós autònom i augmenta la freqüència cardíaca i la pressió arterial entre altres respostes. Per tant, un passeig pel Passeig de Gràcia, la Castellana, els Camps Elisis o sota els xicrandes de l'Avinguda Libertador pot ser que sigui molt menys relaxant del que ens sembla a primera vista.

Podem arribar a acostumar-nos al nivell de soroll de fons urbà, el qual disminuirà l'efecte psicològic de l'estrès, però l'organisme seguirà secretant adrenalina i cortisol com a resposta de l'estrès inconscient a amenaces potencials. D'una banda, deixem d'aclaparar-nos en excés cada vegada que passa una moto mal insonoritzada (la qual cosa és positiu per modular el nostre estrès), però d'altra banda deixem d'evitar situacions de soroll excessiu, la qual cosa contribueix a un augment de risc de patir malalties cardiovasculars. Aquest augment de risc és modest, però en ser molt prevalent acaba tenint un efecte gens menyspreable en el conjunt de la societat. Es calcula que a la Unió Europea el soroll ambiental causa gairebé 50.000 nous casos de cardiopatia isquèmica cada any, així com unes 12.000 morts.

Les dades sobre l'efecte del soroll en el sistema cardiovascular dels nens no són conclouents. Aquí estem ometent l'efecte deleteri indirecte que suposa per a un nen tenir un progenitor malalt. Considerant únicament els efectes directes, pot ser que, com els paràmetres que s'utilitzen per avaluar els efectes cardiovasculars (pressió arterial, freqüència cardíaca) són molt variables en nens, no es detectin diferències estadísticament significatives entre grups més o menys exposats, o que hi hagi una pèrdua d'elasticitat a la paret arterial que no sigui prou important com per repercutir en la pressió arterial, o que realment no hi hagi cap efecte. En tot cas, tenint en compte les dades en adults i nens en el seu conjunt, seria raonable mantenir una postura no alarmista però prudent.

Efectes psicològics del soroll

Els efectes psicològics del soroll, conegut també com estrès ambiental en alguns àmbits de la psicologia, són aquells que deriven de l'avaluació subjectiva d'un soroll més que de les propietats físiques del so en si. Col·loquialment es pot resumir amb la frase *"So és el que jo faig, soroll és el que fa el meu veí"*. En definitiva, sons que no tenen la intensitat necessària per fer perillar la nostra audició o l'elasticitat de la paret de les nostres artèries, poden ser perjudicials per al nostre benestar si els associem a una cosa negativa, com ara el veí mal educat, la rialla del qual ens irrita perquè ens recorda que el tenim a l'altra banda de la paret de casa nostra.



Els efectes psicològics del soroll són els que deriven de l'avaluació subjectiva d'un soroll més que no pas de les propietats físiques del so en si mateix.



Hi ha diverses opcions que podem dur a terme a la nostra vida diària per disminuir els efectes del soroll.

Hi ha característiques sonores que també ens creen estrès ambiental, tot i que el soroll no estigui associat a res negatiu en concret, com vèiem en l'exemple del veí. Sons intermitents, aperiòdics i imprevisibles són percebuts com a molestos en major mesura que sons continus o rítmics, en part perquè ens resulta molt més difícil acomodar-nos a ells i acabar obviant-los. Un so que capti la nostra atenció té la capacitat de desconcentrar-nos i ens causarà sensació de desgrat. L'acumulació d'aquestes molèsties, a la llarga, pot provocar cefalees, irritabilitat, agressivitat i ansietat, i fins i tot contribuir a efectes adversos cardiovasculars (veure la *Piràmide d'efectes* a la figura 11). És possible que els nens siguin menys sensibles a aquests efectes que els adults.

Figura 11. Piràmide d'efectes. Font: basada en l'OMS 1972, Babisch 2002.



Aprenentatge

Els efectes negatius del soroll que hem descrit fins ara afecten en major mesura a adults i presenten conseqüències menys rellevants o no estudiades en nens. Amb l'aprenentatge i, en general, amb les habilitats cognitives superiors succeeix el contrari. L'Agència Europea de Salut calcula que uns 12.500 nens escolaritzats a la Unió Europea tenen problemes amb la lectura com a conseqüència del soroll d'avions.

El soroll, sobretot si és intermitent, impredecible i amb una intensitat superior o igual a 60 dB (equivalent a la intensitat sonora d'una conversa), té la capacitat d'atraure involuntàriament l'atenció i, per tant, de finalitzar les tasques que estiguem duent a terme en aquell moment. Aquest efecte disruptiu és més dramàtic en nens ja que els costa més tornar a la tasca que estaven realitzant. A més, la distracció auditiva repetida porta a una situació de fatiga atencional que pot perdurar fins i tot unes hores quan el soroll ha desaparegut.

Un dels exemples més il·lustratius és el cas de l'Escola Pública 98 a Nova York. Aquesta escola se situa entre un parc a l'oest i un tram elevat del metro a l'est. La jornada lectiva es veia interrompuda quinze vegades al dia durant trenta segons pel pas del metro, que provocava un soroll d'uns 85 dB. A mitjans dels setanta, uns investigadors van avaluar el nivell de lectura dels estudiants de l'escola i van observar que els alumnes de les classes de l'est tenien un retard d'entre tres mesos i un any comparat amb els companys de l'oest. Aquesta diferència va desaparèixer després d'instal·lar finestres aïllants i coixinets de cautxú a les vies de tren que van permetre disminuir la intensitat sonora en 10 dB.

En un altre estudi realitzat a Madrid, es va exposar a escolars d'entre onze i tretze anys al soroll de trànsit rodat (la M-30) a diferents intensitats (50, 60 i 70 dB). Es va observar que la capacitat d'atenció disminuïa significativament encara amb intensitats de soroll baixes, i que el rendiment en memòria verbal també es veia afectat, especialment a partir dels 70 dB.

Què podem fer al respecte

El primer consell serveix per a pràcticament tots els moments de la vida i és el següent: cal mantenir la calma. Com s'ha vist, hi ha un component subjectiu de l'estrès generat pel soroll, molèstia que sovint podem ser-ne conscients i sobre la qual podem actuar, dins de les possibilitats de cadascú.

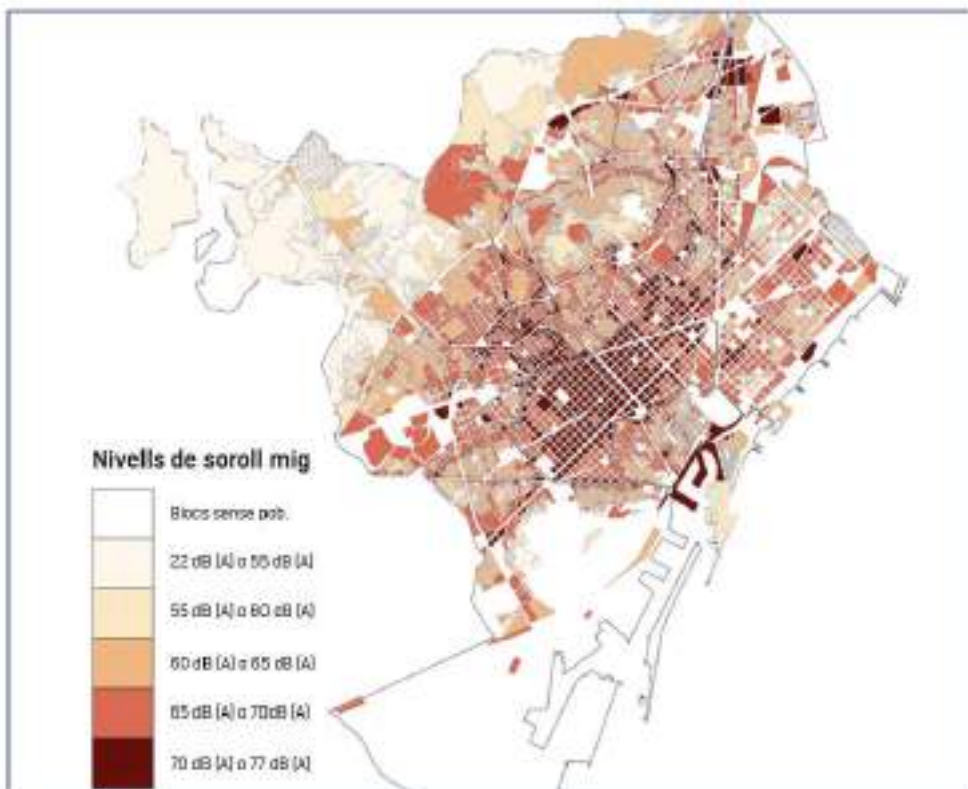
A continuació es llisten consells més pràctics:

- Parlar amb els nostres fills sobre els riscos del soroll.
- Posar una reclamació o informar del nivell de soroll excessiu en aquells locals que anem. Els cinemes de vegades confonen bona qualitat de so amb volum eixordador i es poden adaptar al client si reben suggeriments al respecte. Alguns restaurants o comerços també posen la música ambiental a un volum que dificulta la conversa. En discoteques és poc probable que una reclamació en aquest sentit tingui efecte.
- Informar les autoritats competents sobre situacions sorolloses (indústries, carreteres, zones d'oci, cinemes...). La normativa europea és molt estricta pel que fa a la lluita contra el soroll.
- Evitar el ressò en els nostres domicilis que es maximitza en estances buides, rectangulars i amb parets planes: posar mobles, cortines, quadres, gotelé ..., en definitiva, qualsevol element que obstaculitzi la propagació del so.
- Evitar la televisió o ràdio enceses a tota hora ja que obliguen a elevar la veu per comunicar-se.
- Acostumar-se a escoltar música o la televisió amb un volum baix.
- Col·locar vidres dobles a la part del domicili que doni a un carrer sorollós, una bona inversió per a la salut acústica però també per a l'estalvi energètic.
- Prioritzar una distribució d'estances en què les habitacions estiguin al costat més tranquil del domicili: això millora la qualitat del son.
- Adquirir electrodomèstics poc sorollosos, o col·locar-los lluny de les habitacions i/o zones comunes. Si això no és possible, programar-los perquè funcionin mentre estem fora del domicili.
- Fer servir cascos de protecció de soroll si es realitzen activitats sorolloses (tallar gespa...) o es freqüenten ambients sorollosos (esdeveniments esportius...). És altament aconsellable per sobre dels 80 dB i obligatori per sobre dels 85 dB.
- Evitar l'ús d'hisops per a la higiene del conducte auditiu ja que augmenta el risc de lesionar el timpà i de generar un tap de cera. Els taps d'escuma també augmenten modestament el risc de tenir taps de cera.
- Utilitzar cascs que cobreixin el pavelló auricular més que auriculars d'inserció. Els cascs complets ("tipus *discjòquei*") aïllen del soroll ambient i permeten escoltar música clara a volums baixos. Amb els

auriculars d'inserció (els de tota la vida), cal posar un volum per sobre del soroll de l'entorn per poder escoltar bé la música.

- Limitar l'ús d'auriculars segons la regla del 60-60 per la qual advoca l'OMS: no escoltar música amb reproductors personals durant més d'una hora al dia (60 minuts) i a un nivell màxim del 60 % de la capacitat de so del dispositiu.
- Limitar el temps d'exposició perquè les orelles descansin regularment. Com a exemple, en una discoteca, s'aconsella fer pauses de deu minuts cada quaranta-cinc minuts o de trenta minuts cada dues hores.
- Mapejar el soroll de les ciutats, com el realitzat per la Universitat de Vic a Barcelona (figura 12), i evitar les zones més sorolloses.
- Mesurar els decibels de carrers o parcs amb una aplicació gratuïta per a *smartphone* per prioritzar trajectes menys sorollosos o zones més tranquil·les.

Figura 12. Mapeig del soroll dels carrers de Barcelona. Font: Universitat de Vic, 2018.



Bibliografia

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 Aparicio, 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. Contaminació atmosfèrica i exposició durant la infància

Ariadna Curto

Epidemiòloga ambiental. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Natalia Ortega

Coordinadora de projecte. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Cathryn Tonne

Epidemiòloga ambiental. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Introducció

Què és la contaminació de l'aire?

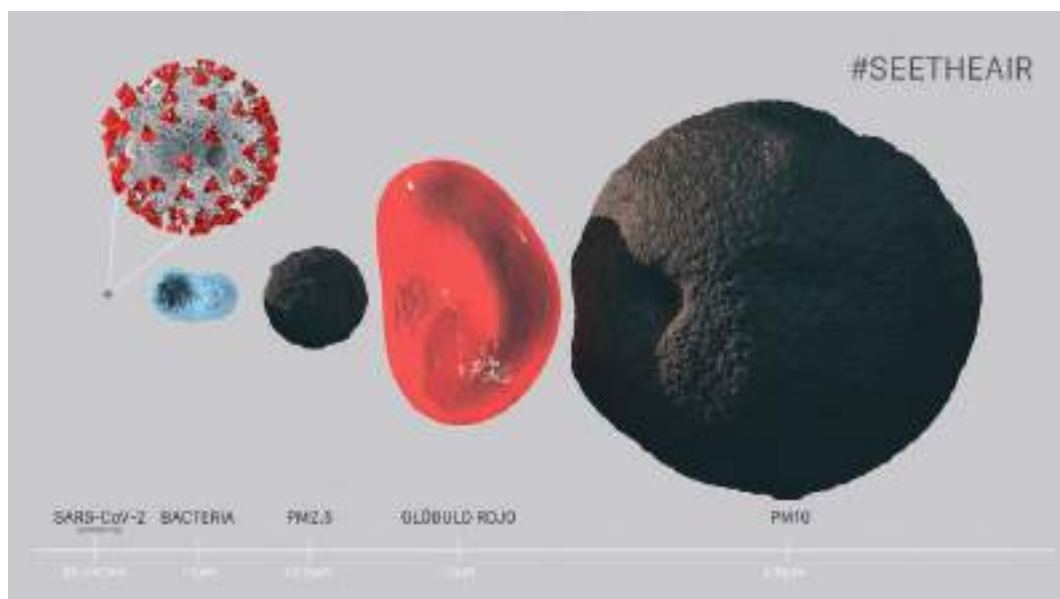
La contaminació de l'aire (o atmosfèrica) és una barreja complexa de partícules sòlides i líquides suspeses en l'aire i de gasos que tenen efectes nocius sobre la nostra salut i sobre el medi ambient. Les fonts de contaminació atmosfèrica poden ser naturals (per exemple, l'erupció d'un volcà, un incendi forestal o la pols de desert del Sàhara) o antropogèniques (per exemple, el tràfic terrestre i marítim). Tot i que les fonts també poden variar segons es tracti de zones rurals o urbanes, en aquest capítol ens centrarem en les fonts urbanes, ja que la majoria de la població mundial viu avui dia en ciutats.

Principals contaminants

Partícules

- Les partícules fines (conegudes com PM_{2.5} en anglès) són la fracció de matèria particulada amb un diàmetre de 2,5 µm o menys, sent fins a trenta vegades més petites que el cabell humà (veure figura 13). Les partícules també poden contenir fraccions més grans (per exemple, PM₁₀ o partícules amb un diàmetre de 10 µm o menys) i encara més petites (per exemple, les partícules ultrafines amb un diàmetre de 0,1 µm o menys).
- La classificació de les partícules segons la seva grandària s'ha utilitzat àmpliament en investigació perquè determina el seu transport a l'atmosfera i la distància que la partícula assoleix al sistema respiratori humà una vegada que és inhalada. Les partícules fines, per exemple, poden viatjar profundament en el tracte respiratori, arribant als pulmons. Les ultrafines, poden passar dels pulmons a altres òrgans sensibles i fins i tot superar la barrera de la placenta humana i arribar potencialment al fetus. No obstant això, cal no oblidar que la forma, la densitat i les propietats químiques i tòxiques del material particulat també determinen el possible efecte nociu de les partícules en la salut.

Figura 13. Comparació de la mida de partícules fines (PM_{2.5}) i gruixudes (PM₁₀) amb glòbuls vermells, bacteris i virus. Font: elaboració per Sotirios Papatthanasiou (seetheair.org).



- El carboni negre, també conegut com sutge, és el principal component de les PM_{2.5} i es genera durant la combustió incompleta de combustibles fòssils. S'ha demostrat que a més de ser un potent causant de l'escalfament global, també té efectes sobre la salut: augmenta la mortalitat total i la mortalitat per causes cardiopulmonars.
- El pol·len, a l'igual que les anteriors partícules, es troba dispers en l'aire que respirem, i és la interacció entre els anteriors contaminants el que el fa una amenaça per a la salut en espais urbans. Les partícules contaminants, de menor grandària que el pol·len, es dipositen en la seva superfície i entren a les vies respiratòries, causant un agreujament dels episodis al·lèrgics que no observem en absència de pol·lució.

Gasos

- El monòxid de carboni (la fórmula química del qual és CO) és un gas incolor, no irritant, inodor i insípid. Tot i que el CO es pot trobar en àrees urbanes a l'aire lliure a causa de la presència de motors de combustió (inclosos els vehicles de motor i generadors de gasolina i dièsel), la seva rellevància es troba principalment en ambients interiors.
- El diòxid de carboni, conegut com CO₂, és un gas que es troba a l'atmosfera de manera creixent, com a conseqüència de la nostra activitat socioeconòmica, i principal causant de l'escalfament global. Els seus efectes a llarg termini es desconeixen, ja que ens trobem davant de nivells excepcionals, però s'ha demostrat que en espais interiors (a partir de concentracions de 500 ppm) podria tenir afectacions psicòmotrius (disminució de la memòria) i fisiològiques (augment de la ventilació o de la freqüència cardíaca.) (Azuma *et al.*, 2018).
- Els òxids de nitrogen, entre els quals destaca el diòxid de nitrogen (NO₂), són generats durant la reacció del nitrogen i l'oxigen durant la combustió de combustibles fòssils a altes temperatures, i en menor part per la incidència de llum solar. La concentració més rellevant es produeix en carreteres amb trànsit dens.
- Entre els òxids de sofre, trobem majoritàriament el diòxid de sofre o SO₂. Mentre una petita part dels que trobem a l'aire són fruit de l'activitat volcànica, la principal contribució es genera en plantes industrials i de generació d'energia, a causa de l'ús de combustibles fòssils amb alt contingut en sofre (carbó i petroli), i durant l'activitat extractiva de metalls.

- Els compostos orgànics volàtils (COV), són molècules d'alta volatilitat que trobem tant a la natura com en productes industrials. Els COVs nocius per a la salut humana són d'origen antropogènic i els trobem en major concentració a l'interior, però tenen molta importància a l'exterior per la seva alta reactivitat amb els òxids de nitrogen, i els seus nivells estan regulats.
- L'ozó (la seva fórmula química és O_3) a nivell de sòl, es fa visible en forma de boirum (barreja entre fum i boira) com a conseqüència de la reacció química entre els NO_x , els COV i la llum solar. És típic de dies assolellats i calorosos, i és capaç de desplaçar-se grans distàncies, posant en risc àrees rurals.



L'OMS calcula que cada any moren set milions de persones a causa de la contaminació atmosfèrica a tot el món.

Epidemiologia / Importància com a factor de risc

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) calcula que cada any moren set milions de persones a causa de la contaminació atmosfèrica a tot el món. Les dades més greus les trobem en països de renda mitjana i baixa, sovint altament poblats. Així, en països com la Xina, Bangladesh o el Pakistan, es quintupliquen els valors anuals recomanats per $PM_{2.5}$ (OMS, 2018). Globalment, s'estima que el 13 % de les morts degudes a infeccions respiratòries de les vies respiratòries inferiors podrien ser causades per l'exposició a contaminants atmosfèrics en població infantil menor de cinc anys, sent una de les poblacions més susceptibles i afectades (IHME, 2020).

A Espanya es calcula que un 2 % de les morts podria ser conseqüència de la pol·lució de l'aire, tant ambiental com interior, a la població entre zero i catorze anys el 2019 (GBD, 2020). Un estudi que va analitzar dades de dinou ciutats espanyoles va estimar que 2,9 milions de morts van ser causades pels nivells de contaminació entre 2001 i 2014 (Liu *et al.*, 2019). Dades de 2019 revelen que només a la ciutat de Barcelona es podrien haver evitat 1.000 morts tenint en compte els nivells mitjans de $PM_{2.5}$ i NO_2 comparat amb els valors màxims establerts per l'OMS (Rico *et al.*, 2019).

En l'actualitat, la majoria de ciutats europees sobrepassen els nivells establerts per la Comissió Europea, de manera que hi ha la necessitat de revisar els nivells límits de contaminants per reduir al màxim les morts que es produeixen i per millorar la qualitat de vida de les persones.

Com la mesurem?

La contaminació de l'aire, així com altres exposicions ambientals, és complexa de mesurar ja que varia de persona a persona i en l'espai i el temps. A més, es pot

mesurar en les diferents etapes del recorregut o camí físic que un contaminant de l'aire pren des de la font d'emissió fins a penetrar en el nostre organisme (veure figura 14).

Figura 14. Recorregut d'un contaminant atmosfèric des de la font d'emissió fins a penetrar en el nostre organisme i causar efectes sobre la salut. Font: elaboració pròpia.

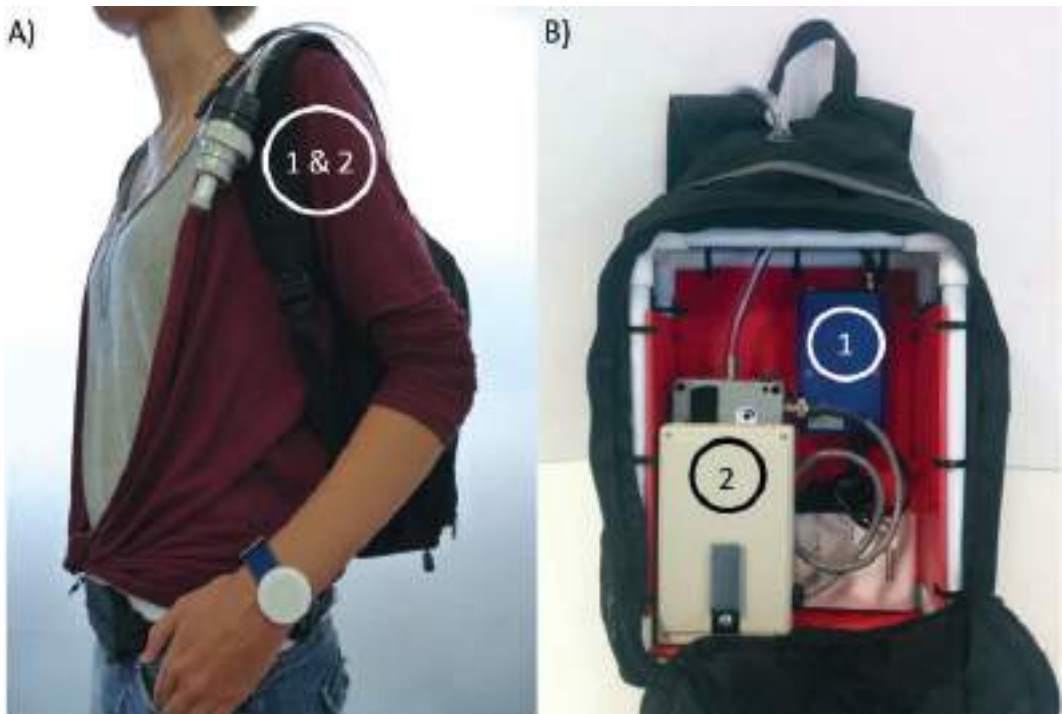


En epidemiologia ambiental solem mesurar la contaminació usant quatre estratègies diferents:

- **Monitorització ambiental:** amb les estacions per al control de la contaminació atmosfèrica, situades estratègicament a les ciutats per representar tots els tipus de vies, podem estimar la concentració de contaminants en l'aire. Normalment es fa servir la proximitat de la casa on viu una persona a aquesta estació per estimar l'exposició crònica de la mateixa. Avui dia també es fan servir models estadístics que ajuden a predir amb més resolució espacial la concentració donada en una coordenada geogràfica concreta (per exemple, una escola) on no hi ha una estació.
- **Monitorització de microambients:** la població infantil que viu en àrees urbanes passen més del 90 % del seu temps en microambients específics, com la llar, l'escola i el transport urbà. Es pot mesurar la concentració de contaminants en aquests microambients mitjançant l'ús de mesuradors portàtils durant temps relativament llargs (per exemple, setmanes) quan es disposa de connexió contínua i fàcil a l'electricitat.
- **Monitorització personal:** quan monitoritzem a les persones ja estem parlant del significat més estricte d'exposició, ja que el mesurador es desplaça amb la persona. Alguns mesuradors de partícules caben en una motxilla (veure exemple figura 15) que nens, nenes i adolescents poden portar amb ells allà on vagin. Com es mostra a la figura, hi ha un tub que permet capturar l'aire que els nens, nenes i adolescents estan respirant en un moment i lloc determinats.

- Marcadors biològics: els biomarcadors són la manera més idònia de mesurar els efectes dels contaminants de l'aire en la salut ja que capturen la dosi o quantitat de contaminant que els nens, nenes i adolescents realment inhalen i acaba penetrant en el seu organisme (a través del tracte respiratori) i que per tant acaba provocant una resposta biològica (tant a nivell molecular, cel·lular com fisiològic). La dosi no només dependrà del tipus de contaminant (gas, mida de partícula, composició química) i de l'exposició (concentració, durada, freqüència) sinó també de l'edat i el pes de l'infant i del seu ritme respiratori, el que influirà en la taxa d'inhalació (per exemple, a més exercici físic, més inhalació).

Figura 15. Exemple de mesuradors d'exposició personal a la contaminació atmosfèrica usats per embarassades i població infantil entre sis i onze anys en el projecte europeu HELIX (Donaire-González *et al.*, 2019). La foto A mostra els tubs amb el captador a l'altura de la zona respiratòria i la foto B mostra els mesuradors a l'interior de la motxilla (amb les seves respectives bateries externes). L'equip 1 és un mesurador de carboni negre i l'equip 2 és un mesurador de partícules fines o PM_{2.5}.



Exposició en exterior i en interior: quines similituds i diferències hi ha?

La contaminació de l'aire en espais exteriors i interiors està estretament relacionada: encara que la seva composició química pot variar, i així la seva toxicitat, una bona qualitat de l'aire exterior, condicions meteorològiques favorables o una ventilació adequada, dispersarà o disminuirà l'entrada de partícules i gasos contaminants a l'interior.

Tot i que és menys freqüent parlar de la contaminació en espais interiors, els seus efectes sobre la salut són també rellevants. Això es deu a diversos factors. En primer lloc, passem la majoria del temps a l'interior (casa, treball o escola), de manera que al llarg d'un dia, estem més exposats a la qualitat de l'aire interior que exterior. Segon, s'ha observat que la concentració dels contaminants pot ser entre dos i cinc vegades més gran a l'interior. Això estarà influenciat per les condicions de l'espai on habitem: l'aïllament de l'exterior, l'alçada del pis, la distància a un carrer altament transitat, l'ús de purificadors, l'energia utilitzada a la cuina i la calefacció (electricitat, gas, llenya...) i el tipus de mobles i el seu revestiment. Així mateix, com veurem al llarg del present capítol, l'activitat que es dugui a terme en l'espai on estiguem (cuina, netejar la pols, obres, fum de tabac) també juga un paper clau.

Qualitat de l'aire ambiental (o exterior)

Fonts d'emissió en ciutats: el trànsit i la indústria

Com s'ha descrit en l'apartat *Principals contaminants* la major part de contaminants atmosfèrics es generen a partir del trànsit rodat i de la indústria. A Barcelona, el 60 % del NO₂ i entre el 40 i el 60% de les partícules fines prové dels vehicles (sobretot aquells que fan servir dièsel i especialment els anteriors al 2018). És important destacar que les partícules no només es generen en el tub d'escapament, també provenen del desgast de les parts del vehicle (sobretot les rodes) i també es poden resuspensar quan es circula, per això la importància de reduir la velocitat de circulació i el pes en els vehicles (Ajuntament de Barcelona, 2019).

En segon lloc, trobem les emissions de la indústria i del port. En aquesta última, Barcelona és la ciutat amb més emissions de NO₂ a Europa, seguit de Palma de Mallorca i Venècia. A Madrid trobem percentatges similars per al trànsit rodat, tot i que el transport aeri contribueix amb un 26 % del total de les emissions de NO₂ (Ajuntament de Madrid, 2017). La contaminació industrial tindrà diferent pes depenent de la situació de l'àrea industrialitzada respecte a la ciutat, i els seus tipus



Tot i que és menys freqüent parlar de la contaminació en espais interiors, els seus efectes sobre la salut també són rellevants.

d'emissions depenen estretament del tipus d'activitat que duguin a terme. Així, la indústria que més afecta la qualitat de l'aire a Espanya és l'energètica, seguida del petroli i de la producció de ciment.

Quines són les directrius i regulacions vigents?

L'OMS és l'agència internacional que fixa les recomanacions internacionals en qualitat de l'aire per a diferents contaminants. Aquestes guies no són de caràcter legislatiu, pel que el seu incompliment no té conseqüències. Tot i així, són una eina crucial per guiar les decisions dels governs i institucions.

A nivell europeu, la Directiva 2008/50/EC del Parlament Europeu relativa a la qualitat de l'aire ambient i a una atmosfera més neta a Europa estableix límits a la concentració de contaminants atmosfèrics i els penalitza, de manera que sobrepassar els límits un major nombre de les vegades permeses (de tres vegades per al SO₂ i fins a trenta-cinc per a les concentracions de PM₁₀) comporta sancions en els anys posteriors. Per a informació més detallada sobre els límits específics per a cada contaminant veure les referències (OMS, 2005; Comissió Europea, 2008). Cal destacar que en les dues regulacions (OMS i Unió Europea) encara hi ha un buit sobre els nivells de partícules ultrafines i carboni negre, tot i l'amenaça que suposen per a la salut.

Efectes sobre la salut



En general, la població infantil és més susceptible de patir malalties de les vies respiratòries.

Malalties respiratòries

En general, la població infantil és més susceptible de patir malalties de les vies respiratòries a causa de que aquestes tenen un menor diàmetre, ja que els nens, nenes i adolescents tenen una major freqüència respiratòria i un major recanvi metabòlic (és a dir, les molècules es degraden i es sintetitzen amb més freqüència que en adults). Diversos estudis transversals troben menys capacitat pulmonar en nens, nenes i adolescents que viuen en àrees més afectades per la pol·lució de l'aire (Zhao *et al.*, 2020), símptoma que ens alerta de la relació que té amb el desenvolupament d'altres malalties.

- Asma: l'asma és la malaltia més clarament associada a la contaminació atmosfèrica, d'acord amb l'evidència científica actual. L'asma provoca la inflamació i l'estrenyiment de les vies respiratòries pulmonars, que provoca dificultat per respirar i es manifesta amb sibilacions (sons aguts durant la respiració), falta d'alè, tos i opressió al pit. A més, s'ha relacionat amb costos indirectes negatius com un

major nombre d'absències escolars, més visites a urgències hospitalàries i un augment en les admissions hospitalàries per episodis aguts d'asma. El 2017, un recull de múltiples estudis va evidenciar el paper dels alts nivells de contaminació a causa del trànsit, el que incrementa els nivells de PM_{2.5}, PM₁₀, carboni negre i NO₂, i la seva relació amb el desenvolupament de la malaltia (Khreis *et al.*, 2017).

- Bronquitis: la bronquitis és una inflamació o irritació del revestiment dels bronquis que causa tos amb expectoració incolora, i la causa majoritària és el tabac. A més, s'ha observat que l'exposició durant la infància al carboni negre en l'aire incrementa la incidència de bronquitis crònica en edats adultes, i al seu torn, predispone a patir infeccions respiratòries recurrents (Wang *et al.*, 2020). Un exemple va ocórrer en els anys noranta, amb la reubicació de la indústria a Alemanya, on es va observar una baixada de casos de bronquitis relacionada amb l'exposició a SO₂ (Heinrich *et al.*, 2002).
- Infeccions respiratòries: atès que el sistema immunològic es desenvolupa durant la infància, la població infantil té una major susceptibilitat i incidència d'infeccions i al seu torn, aquestes poden afectar el desenvolupament dels pulmons i de la capacitat pulmonar total en la vida adulta. Encara que una gran part dels casos els localitzem en països de rendes baixes, altres afectacions pulmonars també predisposen a patir infeccions respiratòries.



Al·lèrgies

Diversos estudis en regions amb alts nivells de contaminació atmosfèrica suggereixen que els nivells de PM₁₀, O₃ i SO₂ estan associats amb el nombre de visites mèdiques per dermatitis atòpica en nens, nenes i adolescents fins a dinou anys. També s'observa que podria estar relacionat amb un primer episodi d'al·lèrgia, on la pol·lució de l'aire estaria actuant com a desencadenant (Wang *et al.* 2020). Així mateix, també es relacionen els nivells de NO₂, SO₂, PM₁₀ i PM_{2.5} amb més incidència de rinitis al·lèrgica (Zou *et al.*, 2018).

Desenvolupament cognitiu

La infància és un moment crucial en el desenvolupament cognitiu, ja que és una etapa de creixement i aprenentatge, on ampliem les capacitats en els àmbits del llenguatge, la memòria, la percepció o l'atenció. S'ha vist que l'exposició a NO₂ està relacionada amb una deterioració de la memòria de treball (emmagatzematge temporal de la informació), funcions cognitives generals i funcions executives. Les PM_{2.5} s'associen a dificultats en la memòria de treball, la memòria a curt termini, l'atenció, la velocitat de processament i la motricitat fina. El carboni negre també es relaciona amb baixa intel·ligència verbal i no verbal, i menor memòria de treball. En els estudis que inclouen imatges per ressonància magnètica van demostrar que altes concentracions de contaminants en l'aire estaven relacionades amb menor integració i segregació de les xarxes neuronals (activitat localitzada en àrees independents) i van detectar canvis en la matèria blanca del cervell, la funció principal de la qual és protegir les neurones i millorar la seva comunicació (Lopuszanska *et al.*, 2020).



Altes concentracions de contaminants a l'aire es relacionen amb menor integració i segregació de les xarxes neuronals.

Càncer

Els càncers més freqüents en la població infantil són les leucèmies, els mielomes i els tumors cerebrals. Un primer estudi el 2001 va reportar la relació entre la contaminació deguda al trànsit (més específicament a causa dels COV i el benzè) i els tres tipus de neoplàsies anteriors (Raaschou-Nielsen *et al.*, 2001). A partir d'aquests resultats, s'ha produït evidència robusta de la relació entre benzè i leucèmia en adults, però encara no hi ha estudis conclouents en població infantil. No obstant això, un estudi de 2020 va associar les partícules ultrafines durant el desenvolupament embrionari amb la incidència de càncer fins als catorze anys (Lavigne *et al.*, 2020).

Malalties cardiovasculars


Les malalties cardiovasculars són típiques d'edats més avançades, i es deuen al desgast dels mecanismes biològics i estan molt influenciats per l'estil de vida. Tant és així, que mentre que hi ha evidència molt sòlida relacionant casos d'infart de miocardi, ictus o malaltia pulmonar obstructiva crònica i exposició a la contaminació atmosfèrica en adults, encara hi ha poca evidència en població infantil. No obstant això, l'evidència emergent apunta que una major exposició en nens, nenes i adolescents s'associa a una major pressió arterial (Warembourg *et al.*, 2021, Wu *et al.*, 2019, Zhang *et al.*, 2019), i una pressió arterial alta (o hipertensió) és un factor de risc per a les malalties cardiovasculars.

Altres

- **Obesitat:** s'ha observat que una major exposició a la pol·lució de l'aire està relacionada amb la incidència d'obesitat durant la infància, causat per altres mecanismes d'estrès oxidatiu (relacionat amb l'envelliment cel·lular), per una menor activitat física o per modulació epigenètica (relacionat, també, amb l'envelliment cel·lular). Tot i que els estudis no són concloents, ja que la relació és feble, s'ha demostrat que la contaminació com a conseqüència del trànsit pot afectar comportaments relacionats amb el pes i la massa corporal (mediat pel consum de menjar no-saludable o la inactivitat física) (Seu *et al.*, 2020, Wang Z *et al.*, 2020).
- **Qualitat del son:** els problemes a l'hora de conciliar el son o mantenir-lo són freqüents: més del 50 % dels adolescents reporten menys hores de son que les recomanades (8-10h), i el 18 % presenta somnolència diürna. Tot i que no hi ha un gran volum d'estudis, aquests observen una relació entre una mala qualitat de l'aire interior i exterior i un augment de problemes respiratoris durant el son i altres efectes adversos com sudoració nocturna, dificultat per agafar el son, alteració del son per sibilàncies/roncs i despertars nocturns (Liu *et al.*, 2020).

Factors que determinen els nivells d'exposició

- **En quina ciutat/país vius:** no en totes les ciutats i països s'està exposat als mateixos nivells de contaminació atmosfèrica. Per exemple, segons l'últim informe de l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA, 2020), països del nord d'Europa com Islàndia, Estònia i Irlanda van estar entre els més nets de partícules el 2018, mentre que els països de l'est com Macedònia, Montenegro i Bòsnia i Hercegovina van ser els que van obtenir concentracions més elevades.



Diferents factors determinen els nivells d'exposició a contaminació atmosfèrica (país, ciutat, carrer, fins i tot alçària del pis, etc.).

- En quin carrer vius: en general, els contaminants tenen una variabilitat espacial molt alta dins d'una mateixa ciutat. Com més a prop visquis d'un carrer amb molt de trànsit (a uns 50-100 metres), més a prop estaràs del focus d'emissió i per tant més exposat estaràs a la contaminació. D'altra banda, tenir espais verds com ara parcs prop de casa o l'escola ajudaran a reduir els nivells de contaminació tant dins com fora de la casa/escola, a més d'aportar altres beneficis com una disminució de soroll.
- En quina alçària de pis vius: molts contaminants tenen un patró vertical, és a dir, disminueix la seva concentració a major alçària ja que la principal font d'emissió (el trànsit) acostuma a estar a peu de carrer. Així doncs, els pisos situats en els nivells inferiors, tindran nivells més alts de contaminació.
- La teva alçada respecte els tubs d'escapament: un exemple molt clar es troba en els nadons, els que estan a la mateixa alçada que les fuites del vehicle quan els porten en cotxets. Un estudi experimental a Barcelona va estimar que els nadons (altura d'un cotxet 0,55 m) estan exposats un 10 % més a partícules ultrafines que els adults (alçada mitjana de 1,70 m) (García-Algar, 2014).
- Com et desplaçes: tot i que el temps que passem desplaçant-nos és breu, s'ha observat que el microambient on ho fem té una notable contribució a la nostra exposició diària a la contaminació atmosfèrica. Durant la infància, el desplaçament casa-escola contribueix de manera rellevant a l'exposició diària - el 20 % de l'exposició total al carboni negre i els pics d'exposició ocorren en aquests moments del dia. La proximitat al trànsit i un alt intercanvi de l'aire (per exemple, cotxe amb finestres obertes) augmenten l'exposició a contaminants dels que van en transport motoritzat. Major inhalació i temps de viatge augmenten l'exposició a aquells que ho fan activament, encara que els beneficis del transport actiu (caminar, anar amb bicicleta) sobrepassen a l'increment en l'exposició comparat amb aquells que fan servir el transport motoritzat (Cepeda *et al.*, 2017).
- La teva situació socioeconòmica: molts estudis indiquen que els efectes perjudicials de la contaminació atmosfèrica (especialment malalties respiratòries com l'asma) és més gran en nens, nenes i adolescents amb una posició socioeconòmica més desavantajada. De fet, les desigualtats en salut segons la situació socioeconòmica són intrínseques en municipis i fins i tot barris, i en part tenen a veure amb hàbits de vida i l'accés i ús de serveis sanitaris (Munoz-Pizza *et al.*, 2020).

Recomanacions a nivell individual

- Evita els carrers amb trànsit dens. Fins i tot aturar-te en els semàfors diversos metres darrere de la carretera pot ajudar a reduir la teva exposició ja que la concentració disminueix amb la distància a la font d'emissió. Els mateixos nens/es poden ajudar a dissenyar una ruta perquè sigui una activitat entretinguda i didàctica.
- Prioritza anar amb bicicleta o caminar com a mode de transport habitual, evitant l'ús de vehicles motoritzats. En cas de necessitar un vehicle, prioritza els cotxes elèctrics i/o participa en grups per compartir-lo temporalment amb diverses persones (el que es coneix en anglès com *car sharing*).
- Evitar fer esport intens a l'aire lliure (i limita activitats a l'aire lliure en general) els dies d'alta contaminació.
- Evita deixar el motor del cotxe encès innecessàriament.





És important mantenir un aire net dins la llar. Dues de les fonts principals de tòxics a les cases són el fum del tabac i la cuina.

Qualitat de l'aire interior

Casa

Principals fonts: fum de tabac i cuina

Dins de les llars també és essencial mantenir un aire net. Dues de les fonts principals a les cases són el fum de tabac i la cuina.

- Fum del tabac: s'estima que l'exposició involuntària al fum del tabac en interiors suposa un risc equivalent a fumar-se entre quatre i deu cigarretes al dia. De fet, els fills/es dels fumadors poden rebre una dosi de nicotina equivalent a fumar-se entre seixanta i cent cinquanta cigarretes l'any (Tejero *et al.*, 2007).
- Cuina: d'altra banda, cuinar és la font més important de partícules ultrafines a les llars de no fumadors dels països desenvolupats. Cuinar amb electricitat o gas té el potencial d'augmentar el nombre de partícules, principalment a través del fregit i el rostit d'aliments grassos i mitjançant l'ús de greixos per fregir (Dennekamp *et al.*, 2001). Si es fa servir gas, també es generen altes concentracions de NO_x.

Altres fonts: humitat, terreny i productes de la llar

- La humitat: floridura i creixement bacterià. Es calcula que el 16 % de les llars europees presenta humitats. S'ha observat que tant la presència com l'olor de florit, crea una suspensió d'espores i hifes en l'aire que té efectes al·lèrgics en la població infantil, mentre això no ho observem en els adults (Haverinen-Shaughnessy, 2012).
- Terreny de construcció: el radó. El radó és un gas radioactiu d'origen natural que es produeix per la descomposició d'urani. Tot i que la majoria d'edificis tenen concentracions baixes de radó, hi ha zones geogràfiques en què, a causa de la seva geologia (alt contingut en urani de les roques del subsòl), és probable trobar concentracions més altes. A Espanya, trobem les concentracions de radó més elevades a Galícia, el nord d'Extremadura i el sud de Castella i Lleó. Altres factors que també influeixen són el material de construcció de l'habitatge, els hàbits de ventilació i l'antiguitat de l'edifici.
- Productes de la llar: font de COVs. El benzè, formaldehid i naftalè són els COV més abundants com a contaminants de l'aire. Les seves fonts principals són els productes de neteja, l'ús de dissolvents (vernissos,

acetona...) i les obres (pintura, vernissos...). S'ha observat que les concentracions de formaldehid més elevades es troben en pisos nous i en presència de mobles nous.

Efectes sobre la salut

A més de les conseqüències de l'exposició de la contaminació ambiental que penetra en els espais interiors, de manera global, la contaminació de l'aire interior està associada amb l'asma i les infeccions respiratòries agudes.

- **Floridura:** en nens, nenes i adolescents hi ha una relació causal entre la presència de floridura visible o olor a les llars amb la presència d'episodis aguts d'asma. Així mateix, també s'ha observat una major incidència de rinitis al·lèrgica quan aquesta condició era present (Caillaud *et al.* 2018).
- **Radó:** en molts països, segons l'OMS, el radó és la segona causa més important de càncer de pulmó (després del tabac). També hi ha evidència sobre la relació entre l'exposició de la població general al radó i la leucèmia, tant en població infantil com en adults.
- **Fum del tabac:** hi ha una estreta relació entre l'exposició involuntària al tabac i els episodis d'asma durant la infància, augmentant fins a un 20 % les crisis asmàtiques (He *et al.*, 2020). Els nens, nenes i adolescents amb exposició a fum de tabac tenen més afectacions oculars com coïssor i excessius *parpelleigs*. També pot irritar altres mucoses com la gola i el nas (Yuan *et al.*, 2019). També afecta la qualitat de la respiració durant la nit, produint-se més roncs en la població infantil exposada (Kim *et al.*, 2020). L'exposició al fum de tabac també augmenta el risc de patir infeccions tant respiratòries com otitis (causant inflamació i dolor).
- **COVs:** els efectes dels COV són la irritació ocular i de coll, mal de cap i pèrdua de la coordinació, nàusees i dany renal, hepàtic i nerviós.



La contaminació de l'aire interior està associada amb l'asma i les infeccions respiratòries agudes.

Quines solucions es poden aplicar per reduir l'exposició a la llar?

- **Ventila la teva llar:** si pot ser, obrint les finestres de tots dos costats de la casa per generar corrent, i mai durant hores puntes de circulació.
- **No fumis (ni permetis a altres fumar) dins de casa ni al cotxe:** la millor manera per protegir la població infantil (i adulta) de l'exposició ambiental al fum de tabac és que no es fumi en la seva presència. No obstant això, s'ha vist com una de les maneres més eficaces per

protegir-los és fumar a l'aire lliure (per exemple, a la terrassa o al balcó) i amb la porta tancada (Johansson *et al.* 2004).

- No facis servir graelles per rostir o cuinar aliments dins de casa teva (o garatge particular).
- Utilitza productes de neteja sostenibles: per garantir una millor qualitat de l'aire interior, fes servir productes de neteja amb una baixa proporció de components reactius a l'ozó (per exemple, ús de productes de neteja a base d'oli de pi en lloc de productes de neteja a base d'oli de taronja) o, sempre que sigui possible, utilitza productes de neteja més sostenibles (per exemple, productes "verds", vinagre i bicarbonat de sodi). Si no és possible utilitzar aquests productes, millor fer-ho quan no hi hagi contacte amb persones i ventilar correctament la zona (Rivas *et al.*, 2018).
- Evita l'ús d'espelmes i encens ja que emeten gran quantitat de partícules fines i COVs, compostos associats amb reaccions al·lèrgiques dermatològiques (Jetter *et al.* 2002). A llarg termini pot causar dany hepàtic i renal, i la seva inhalació s'ha relacionat amb la descomposició/ruptura de glòbuls vermells a la sang.
- Informa't si la teva zona geogràfica és propensa al radó: en aquest cas, l'OMS recomana tancar portes d'accés a soterrani, segellar esquerdes en parets i sòls, instal·lar un sistema de succió del radó en el subsòl i incrementar la ventilació en el subsòl (OMS, 2015).
- Fes servir purificadors d'aire (amb filtre HEPA o d'alta eficiència) si el teu fill/a té asma o algun problema respiratori, ja que poden reduir considerablement els nivells d'al·lèrgens i contaminants en espais tancats.



La contaminació derivada del trànsit rodat a les escoles és més influent que a casa.

Escola

Principals fonts: trànsit rodat

A les escoles, la contaminació derivada del trànsit rodat és més influent que a casa. Això és degut al fet que durant les hores que els nens, nenes i adolescents són a l'escola o institut, la contaminació ambiental és més elevada, ja que coincideix amb les hores puntes de trànsit. Per contra, la contaminació ambiental de l'aire disminueix durant la nit, hores que acostumem estar a casa nostra. En un estudi realitzat en escoles de múltiples capitals europees, i entre les que van participar 5.500 nens, nenes i adolescents en dotze centres d'educació primària de Madrid, es va observar una alta concentració mitjana de NO₂ provinent del trànsit (HEAL, 2019).

En un esforç per fer de les escoles llocs més saludables i segurs, l'Ajuntament de Barcelona va posar en marxa el projecte "Escola Respira" amb l'objectiu principal de millorar la qualitat de l'aire en aquest entorn. Això s'acompanya d'accions de monitoratge, on els escolars en prenen part activa del tema, d'educació i de planificació urbana (Ajuntament de Barcelona, 2019). Un altre exemple el trobem a l'Agència de Salut Pública del Regne Unit, la qual va publicar un informe el 2019 advocant per la prohibició de l'accés als cotxes al voltant de les escoles (amb aplicació de multes en cas d'incompliment) i prohibint aturar mentre s'espera a deixar/recollir els infants i adolescents.



Efectes sobre la salut

Com ja hem comentat, els efectes derivats de l'exposició a l'escola van en línia a aquells produïts per la contaminació del trànsit. Per aquesta raó, durant els últims anys, les escoles han estat un microambient objectiu on avaluar els resultats d'aquesta exposició. En primer lloc, s'observa que els dies de més contaminació provoquen un major nombre de visites a urgències per episodis d'asma i per tant, absències a l'escola. En segon lloc, també s'ha relacionat a les escoles de Barcelona una major taxa de sobrepès en aquelles escoles amb majors concentracions de PM₁₀, partícules ultrafines (UFP), NO₂, PM_{2.5} o carboni negre (de Bont *et al.*, 2019).

Una major exposició a la contaminació ambiental, sobretot en l'etapa prenatal (quan es desenvolupa el cervell), s'ha relacionat amb un menor rendiment escolar (amb puntuacions menors en els tests), memòria, velocitat de processament i intel·ligència verbal. A més, també s'ha evidenciat pitjor motricitat fina en nens, nenes i adolescents amb major exposició a PM_{2.5} (vegeu l'apartat *Desenvolupament coginitu* d'aquest mateix capítol).

Recomanacions a nivell escolar/familiar:

- Ventila les aules: es recomana ventilació, però només en els casos en que l'aula no estigui directament orientada a una carretera principal. En aquest últim cas, la ventilació s'ha de fer durant uns minuts quan els alumnes no estiguin presents a l'aula i evitant les hores puntes de trànsit.
- Evita els carrers principals de camí (i de tornada) a l'escola/institut: s'han d'evitar les carreteres principals (en termes de densitat de trànsit) per anar i venir de l'escola o institut. Es recomana caminar a la part més exterior del paviment (el més allunyat del trànsit).
- Utilitza el transport públic: l'ús del transport públic en lloc de privat per desplaçar-se conduiria a la reducció del nombre de cotxes al voltant de l'escola i, en conseqüència, es reduirien les emissions.
- Sensibilitza la població: sensibilització sobre els impactes en la salut de la contaminació atmosfèrica a la comunitat escolar (nens/es i adolescents, familiars, professors/es, etc.). Es podrien col·locar monitors a l'escola per involucrar els estudiants i les seves famílies i esdevenir un agent actiu de canvi al triar i encoratjar a altres a evitar l'ús de l'automòbil privat quan hi ha altres opcions disponibles per viatjar.



Durant els desplaçaments intraurbans es dona una gran part de l'exposició a partícules ambientals que acumulem durant el dia.

Altres

Desplaçament: cotxe, metro, bus

Durant els desplaçaments intraurbans té lloc una gran part de l'exposició a partícules ambientals que acumulem durant el dia. Un estudi fet a cinquanta-quatre nens entre set i onze anys de vint-i-nou escoles diferents de Barcelona va veure com el desplaçament, malgrat la seva curta durada temporal, és quan els nens van estar exposats a concentracions més altes de carboni negre (Nieuwenhuijsen, 2015). També a Barcelona, es va observar que el metro és el transport on menys concentració de partícules contaminants hi ha, seguit de l'autobús i del tramvia i del transport a peu.

Pel que fa a la qualitat de l'aire a l'interior dels cotxes, es va estimar que un 2,2 % de menors de catorze anys estan exposats a fum ambiental de tabac en cotxes a Barcelona (Curto, 2011) i un 6 % de menors de divuit anys a Lleida (Pedrol *et al.* 2013). Fins i tot amb les finestres del cotxe obertes o l'aire condicionat posat, els nivells de partícules dins dels cotxes no desapareixen quan es fuma.

Parcs infantils

El fum del tabac està present a les entrades d'escoles i en els parcs infantils de diverses ciutats europees, entre elles Barcelona. Ho demostra un estudi coordinat per investigadors/es de l'Agència de Salut Pública de Barcelona que ha trobat nicotina ambiental (marcador específic del fum de tabac), en el 41 % dels parcs infantils i en el 46 % de les entrades de centres d'educació primària d'onze països europeus (Henderson E *et al.*). A l'estudi també es reporta la presència de burilles en gairebé un 60 % dels parcs infantils i en un 75 % de les entrades d'escoles.

Conclusió

A nivell mundial, el 93 % de la població infantil viu en entorns amb uns nivells de contaminació atmosfèrica per sobre de les directrius de l'OMS. Existeix evidència científica prou sòlida que demostra que l'exposició a la contaminació atmosfèrica perjudica la salut dels infants i adolescents, sobretot la salut respiratòria, on hi ha més evidència fins a data d'avui. L'exposició a la contaminació atmosfèrica no només passa quan els nens, nenes i adolescents surten al carrer i respiren l'aire de la ciutat, també poden estar exposats a una mala qualitat de l'aire a l'interior de casa seva i escola. Encara que totes les recomanacions fetes en aquest document per a reduir els nivells d'exposició són a nivell individual, familiar o escolar, cal no oblidar que els esforços han de ser col·lectius i coordinats amb professionals sanitaris i de salut pública, comunitats, governs locals i nacionals i agències internacionals. Només així podrem ajudar a reduir la càrrega de morbiditat i mortalitat infantil causada per l'exposició primerenca a contaminants de l'aire.



El 93 % de la població infantil viu en entorns amb uns nivells de contaminació atmosfèrica per sobre de les directrius de l'OMS.

Bibliografia

1. Ajuntament de Barcelona (2019). *Programa "Escola Respira"*. https://ajuntament.barcelona.cat/qualitativa/sites/default/files/documents/programa_escola_respira.pdf
2. Ajuntament de Barcelona (2019). *Ajuntament 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/Espelnf/Energia/CC/04CambioClimatico/4alInventario/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](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-Lozano, 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. García-Algar, O., Canchucaja, L., D'orazio, 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 study 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., Contente, 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., McBrien, 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](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., & Weichenhal, 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](https://doi.org/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). *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 commuters 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](https://doi.org/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. Organización Mundial de la Salud (2005). *Guías de calidad del aire de l'OMS relatives 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 pediatría (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., Gruzjeva, 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 $\leq 1 \mu\text{m}$, a Leading Contributor to the Association Between Ambient Airborne Particulates of Diameter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 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/jamaophthmol.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. Prevenció de l'exposició dels nens a les radiacions ionitzants en les pràctiques mèdiques

Isabelle Thierry-Chef

PhD. Cap del grup sobre les exposicions mèdiques a la radiació. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.

Elisabeth Cardis

Professora de Recerca. Cap del programa sobre radiacions. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal). Universitat Pompeu Fabra (UPF). Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Madrid.

Mar Pérez-Peña

Metgessa. Cap de Servei de Radiologia. Hospital Álvarez-Buylla. Mieres (SESPA). Astúries.

María del Rosario Pérez

Metgessa. Unitat Radiacions i Salut (RAD). Afilació a l'Organització Mundial de la Salut (HEP/ECH/RAD) en el moment de la submissió de l'Informe.

La radiació és energia emesa en forma d'ones o partícules i propagada a través d'un mitjà o un espai. La radiació amb prou energia per extreure electrons durant la seva interacció amb els àtoms es coneix com radiació ionitzant.

La radiació produïda per mitjans artificials en forma de raigs X va ser desenvolupada a finals del segle XIX. Els experiments de Wilhelm C. Röntgen van demostrar que els raigs X són capaços de generar imatges de l'esquelet en una làmina fotogràfica. Durant el segle XX, l'aplicació de la radiació en l'àmbit de la medicina, la indústria i la investigació es va difondre amb rapidesa.

L'ús de la radiació amb fins mèdics és la major font d'exposició a la radiació creada

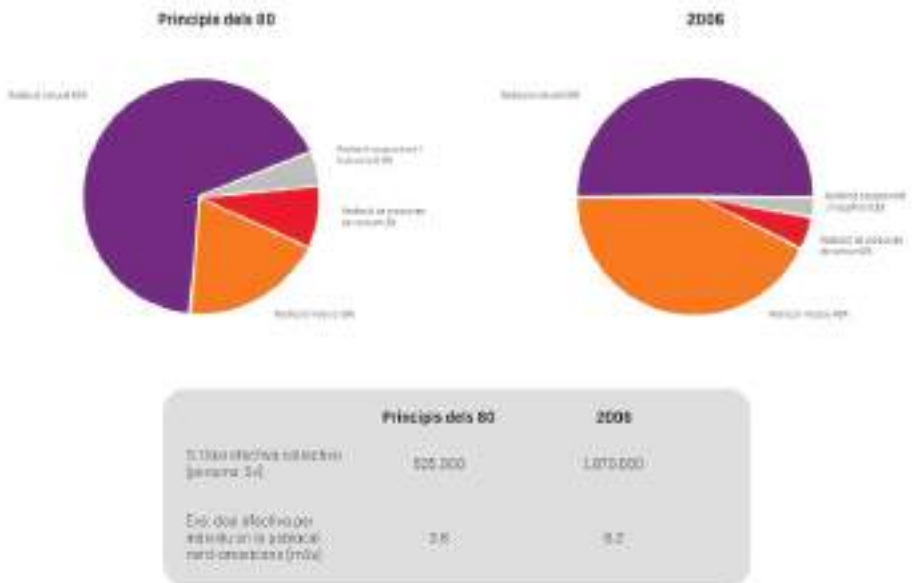


L'ús de la radiació amb finalitats mèdiques és la font d'exposició més gran a la radiació creada per l'ésser humà actualment.

per l'ésser humà en l'actualitat (UNSCEAR 2010, UNEP 2016). Els avenços en les tecnologies que utilitzen radiació ionitzant han generat un augment cada vegada més gran del nombre d'aplicacions clíniques en el diagnòstic i el tractament de les malalties humanes. Això ha conduït a un ús estès d'aquestes tecnologies a tot el món, la qual cosa ha tingut un impacte positiu en la població pediàtrica.

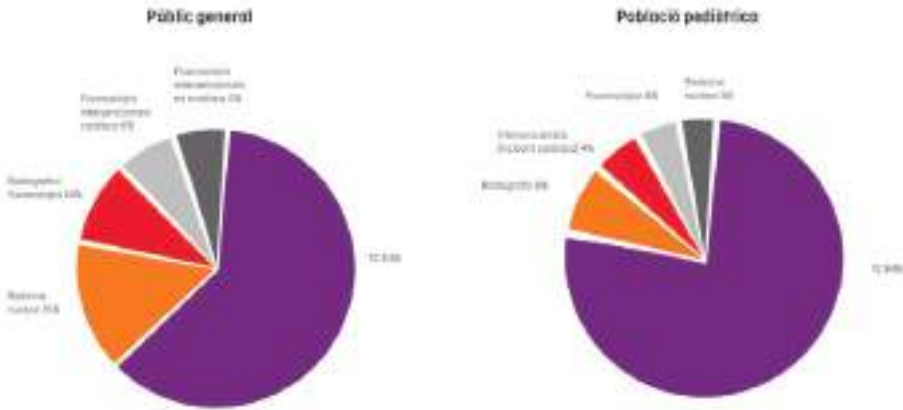
Entre els anys 1980 i 2006, la dosi mitjana anual deguda a totes les fonts de radiació ionitzant que va rebre la població general dels Estats Units va augmentar a gairebé el doble i la contribució resultant d'exposicions mèdiques ha augmentat gairebé set vegades, en gran part a causa del major ús de tomografia computada (TC) (figura 16) (NCRP 2009).

Figura 16. Evolució de les dosis anuals de radiació a la població dels Estats Units entre els anys 1980 i 2006 (NCRP, 2009).



L'exposició per TC a la població general dels Estats Units va representar el 50 % de la dosi efectiva a causa de l'exposició mèdica el 2006 i va arribar fins al 63 % el 2016. Si considerem la població pediàtrica, el 2016 l'exposició per TC va representar el 84 % de la dosi efectiva col·lectiva (NCRP 2019) (figura 17). Es van observar augments similars a Europa i en altres països d'alts ingressos (UNSCEAR 2010).

Figura 17. Contribució de diferents procediments d'imatge a la dosi mitjana d'usos mèdics de radiació per a la població general i pediàtrica dels Estats Units el 2016 (NCRP 2019).



La utilització de la radiació en imatge pediàtrica inclou diverses modalitats:

- Les radiografies computeritzades i digitals (RC i RD) estan substituint a la radiografia convencional (amb pel·lícula), proporcionant imatges que es troben disponibles immediatament per a ser analitzades i distribuïdes per via electrònica, amb menors costos i un accés més fàcil.
- La TC és un instrument valuós per estudiar les malalties i lesions pediàtriques, que sovint reemplaça procediments diagnòstics menys exactes o més invasius.
- Els procediments intervencionistes guiats per fluoroscòpia permeten evitar opcions quirúrgiques que comporten un risc relativament major d'esdeveniments adversos en els nens.
- La medicina nuclear possibilita estudis estructurals i funcionals, fet que és especialment evident amb les tècniques híbrides (per exemple, PET⁶-TC).
- La radiologia odontològica ha evolucionat, i en algunes regions els odontòlegs i ortodontistes utilitzen cada vegada més la TC de fes cònic per obtenir imatges tridimensionals de la cara i les dents.

Els últims avenços en tecnologies d'imatge han portat molts beneficis en l'adquisició i el processament de les imatges. La manca de coneixement sobre aquests avenços tecnològics podria provocar una exposició innecessària a la radiació. Sovint és possible, però, prendre mesures per reduir la dosi de radiació que reben els nens sense que això afecti els beneficis diagnòstics de la prova.



És possible prendre mesures per reduir la dosi de radiació que reben els nens sense que això afecti els beneficis diagnòstics de la prova.

6. PET. Sigles en anglès de *Positron Emission Tomography* (Tomografia per emissió de positrons).

Aquest capítol resumeix els principals aspectes de la protecció radiològica i de la relació benefici-risc, juntament amb les eines per comunicar els riscos de radiació coneguts o potencials associats amb les proves de diagnòstic per imatges pediàtriques presentats en una guia publicada per l'OMS (OMS, 2016).

La utilització de la radiació en imatge pediàtrica permet salvar vides; el seu valor clínic en el diagnòstic de les malalties i lesions pediàtriques és inqüestionable. Els beneficis del radiodiagnòstic pediàtric han de ponderar davant els riscos de l'exposició a la radiació. L'objectiu final és que els beneficis superin els danys. Això requereix polítiques i mesures que reconeguin i maximitzin els múltiples beneficis que es poden obtenir, i al mateix temps minimitzin els possibles riscos per a la salut. En efecte, l'ús inadequat o inexpert d'aquestes tecnologies pot donar lloc a exposicions innecessàries que augmenten els riscos i no aporten beneficis addicionals als pacients pediàtrics.

L'energia que absorbeixen els teixits i els òrgans exposats a radiacions pot provocar dos tipus d'efectes. Davant l'exposició a dosis molt més altes de les habituals en proves diagnòstiques per imatge, la radiació pot causar la mort cel·lular. Els danys derivats d'aquestes exposicions poden ser prou extensos com per afectar el funcionament dels teixits i poden detectar-se durant l'observació clínica (per exemple, enrogiment de la pell, caiguda de pèl o cabell, cataractes). Els problemes de salut d'aquest tipus s'anomenen reaccions tissulars o efectes deterministes i ocorreran només si la dosi de radiació supera un llindar concret (ICRP 2012).

Tot i que el cos compta amb mecanismes de reparació de l'ADN molt potents, l'exposició a la radiació també pot provocar la transformació no letal de les cèl·lules. Si no s'eliminen les cèl·lules transformades, després d'un període de latència considerable (diversos anys o fins i tot diverses dècades) poden tornar-se malignes. Aquests efectes es coneixen com probabilístics o estocàstics. A efectes de protecció radiològica, s'assumeix que hi ha una relació lineal entre l'exposició i el risc de desenvolupar càncer, sense que hi hagi un valor llindar de dosi per sota del qual el risc sigui zero.

La dosi de radiació administrada durant les proves diagnòstiques no hauria de causar efectes deterministes. No obstant això, durant els procediments intervencionistes guiats per imatges es poden arribar a administrar dosis prou altes com per causar efectes deterministes com ara lesions cutànies en alguns pacients, principalment en adults i adolescents de major grandària.

Els riscos estocàstics són una preocupació encara més gran en imatge pediàtrica, ja que els nens són més vulnerables que els adults al desenvolupament de certs tipus de càncer i tenen una esperança de vida més gran durant la qual podrien desenvolupar problemes de salut a llarg termini causats per la radiació, com podria ser el càncer. El risc de desenvolupar càncer com a resultat de baixes dosis de radi-

ació, com les corresponents a les proves radiològiques d'imatge, no es coneix amb exactitud. Els riscos a dosis baixes s'estimen sobre la base de l'esmentada hipòtesi d'una relació lineal sense llindar. Aquest enfocament de precaució es basa en el supòsit que la probabilitat de desenvolupar càncer augmenta de forma proporcional amb l'augment de la dosi de radiació, fins i tot per a proves radiològiques d'imatge de baixa dosi (Brenner 2001; Brenner 2002; Brenner 2003; Brenner 2007; Chodick 2007; Johnson 2014; Hauptmann 2020).



Totes les persones tenen una probabilitat de desenvolupar càncer (incidència) i/o morir per causa del càncer (mortalitat) durant la seva vida. S'estima que aproximadament quatre de cada deu individus patiran càncer durant la seva vida encara sense exposició a la radiació i que el càncer contribueix al menys al 20 % a la taxa de mortalitat de la població general (UNEP, 2016). Això es coneix com el risc base al llarg de la vida (LBR, per les sigles en anglès de *Lifetime Baseline Risk*). El risc addicional d'incidència prematura o mortalitat a causa del càncer atribuïble a l'exposició radiològica es coneix com a risc atribuïble al llarg de la vida (LAR, per les sigles en anglès de *Lifetime Attributable Risk*). El LAR és un valor basat en l'edat i el sexe que es calcula a partir de models de risc derivats d'estudis epidemiològics (UNSCEAR 2008; BEIR 2006; UNSCEAR 2013).

Tot i que els riscos individuals associats a l'exposició a la radiació resultant de les proves de radiodiagnòstic solen ser baixos i els beneficis considerables, la creixent quantitat de pacients que se sotmeten a radiació s'ha convertit en un problema de salut pública.

S'han de tenir en compte quatre aspectes importants a l'hora de realitzar proves d'imatge en nens:

1. Els nens són més vulnerables que els adults a alguns tipus de càncer radioinduits (càncer de tiroide, tumors cerebrals, càncer de pell, càncer de mama o leucèmia); per a altres encara no hi ha prou informació al respecte (UNSCEAR 2013). La susceptibilitat dels nens al càncer radioinduit ha estat un assumpte d'interès durant més de mig segle. Les revisions recents de les investigacions suggereixen que, en general, els nens podrien ser entre dues i tres vegades més sensibles a la radiació que els adults.
2. El càncer relacionat amb l'exposició radiològica durant la infància resulta de mitjana en més anys de vida perduts que durant l'edat adulta. Els nens tenen una major esperança de vida, el que implica un major període temporal per a manifestar problemes de salut radioinduits a llarg termini.
3. El càncer radioinduit podria presentar un període de latència llarg que varia segons el tipus de malignitat i la dosi rebuda. El període de latència de la leucèmia infantil sol ser inferior a cinc anys, mentre que el període de latència d'alguns tumors sòlids pot mesurar-se en dècades.
4. En l'obtenció d'imatges diagnòstiques en nens petits i nadons, un error en l'ajust dels paràmetres o configuració de l'exposició que es fa servir per a adults o nens de més edat pot donar com a resultat una dosi molt més gran del que és necessari (Frush 2003; Frush 2004; Brody 2007). Aquestes dosis més altes del que requereix, que per tant comporten més riscos, poden reduir-se considerablement sense afectar la qualitat de la imatge, el que es coneix com optimització de la protecció.

El valor clínic de les imatges diagnòstiques obtingudes per radiació és inqüestionable en el diagnòstic de malalties i lesions pediàtriques. Hi ha múltiples oportunitats de reduir la dosi de radiació sense pèrdua d'informació pertinent per al diagnòstic. Fins i tot quan els riscos de radiació són baixos, la protecció radiològica en imatge pediàtrica constitueix un problema de salut pública a causa del gran volum de pacients pediàtrics exposats a aquests riscos.

Cal aplicar un enfocament equilibrat que reconegui els múltiples beneficis sanitaris, a la vegada que abordi i redueixi al mínim els riscos per a la salut.



El valor clínic de les imatges diagnòstiques obtingudes per radiació és inqüestionable en el diagnòstic de malalties i lesions pediàtriques.

Les noves tecnologies de la salut i els nous dispositius mèdics que utilitzen radiació ionitzant han suposat un gran avanç en el procés de diagnòstic i el tractament de les malalties en humans. No obstant això, un ús inadequat o inexpert d'aquests dispositius i aquestes tecnologies pot donar peu a exposicions innecessàries o accidentals i, per extensió, a riscos per a la salut dels pacients i el personal involucrat. A l'hora d'establir un diàleg sobre els riscos i beneficis del radiodiagnòstic pediàtric, és important comunicar que és possible controlar els riscos i aprofitar al màxim els beneficis seleccionant la prova adequada i utilitzant mètodes que redueixin l'exposició del pacient sense reduir l'eficàcia clínica, objectius que es poden aconseguir aplicant els dos principis de la protecció radiològica en medicina: justificació dels procediments i optimització de la protecció.

Hi ha nombroses maneres de reduir la dosi i el risc en el diagnòstic per imatge en pediatria sense comprometre les dades del diagnòstic ni la interpretació de la imatge. La dosi de radiació es pot ajustar en funció del procediment i el detall de les imatges necessàries per establir el diagnòstic i tenint en compte la mida de l'infant. Per aconseguir una imatge acceptable en els nens de més curta edat es necessiten menors nivells de radiació.

El principi de justificació s'aplica en tres nivells en l'àmbit mèdic (ICRP 2007a):

- En el primer nivell, l'ús adequat de radiació en l'àmbit mèdic està acceptat ja que aporta més beneficis que danys.
- En el segon nivell (justificació genèrica), un procediment específic està justificat per a un grup de pacients que mostren símptomes rellevants o per a un grup de persones en risc de patir una malaltia que sigui possible detectar i tractar.
- En el tercer nivell (justificació individual), l'aplicació d'un procediment específic a un pacient individual està justificada si aquesta aplicació es considera que aportarà més beneficis que danys al pacient.

La justificació d'un procediment mèdic radiològic en concret sol venir recomanada per les autoritats sanitàries i les associacions professionals. Les associacions professionals, de la mà dels ministeris de sanitat nacionals, solen ser els que proporcionen les directrius per a justificar la realització de proves. Aquestes directrius estan dissenyades per orientar els metges prescriptors en la gestió adequada dels pacients, seleccionant així el procediment més adequat per a cada quadre clínic.

Quan resultin adequats i estiguin disponibles, és preferible utilitzar mitjans d'obtenció d'imatges que no utilitzin radiació ionitzant, per exemple, ecografies (ultrasons) o la ressonància magnètica (ones electromagnètiques i de radiofreqüència), particularment en nens.



Quan siguin adequats i estiguin disponibles, és preferible utilitzar mitjans d'obtenció d'imatges que no utilitzin radiació ionitzant.

La forma més eficaç de reduir la dosi de radiació associada al radiodiagnòstic pediàtric és reduir la quantitat de procediments o, preferiblement, prescindir d'aquells que siguin innecessaris o inadequats. La justificació d'un procediment per part del metge prescriptor i del metge realitzador del procediment radiològic és una mesura fonamental a l'hora d'evitar dosi de radiació innecessàries abans que un pacient se sotmeti a una prova d'imatge.

La duplicació de proves diagnòstiques per imatge ja realitzades en altres instal·lacions sanitàries representa un percentatge considerable d'aquestes proves innecessàries. Per tal d'evitar aquesta repetició, cal demanar prèviament la informació suficient (incloent imatges i informes mèdics) amb suficient detall i aquests han d'estar disponibles per als professionals sanitaris, és a dir, al centre d'atenció mèdica. D'aquesta manera, es contribueix a la creació d'un historial mèdic individual del pacient. Els mètodes utilitzats per traçar l'exposició a la radiació inclouen informes en paper (per exemple, documents on s'indiqui la dosi) així com informes digitals (fitxes del pacient i *software* especialitzat) (Seuri 2013; Rehani, 2012).

Per als procediments de dosis relativament baixes (per exemple, radiografies toràciques o altres proves convencionals amb raigs X), una mesura raonable podria ser el seguiment únicament del nombre de proves. No obstant això, per a procediments de dosis altes (com les TC, PET/TC, intervencions guiades per imatge i la majoria de procediments de medicina nuclear) es recomana portar un registre de la dosi per cada prova (o dels factors que puguin permetre l'estimació de la dosi) a més de la quantitat de proves que es realitzin (Rehani 2010).

A l'hora de determinar quin és el procediment o l'examen d'imatge més apropiat, cal tenir en compte la necessitat mèdica (el benefici), a més dels costos i els riscos de radiació potencials derivats dels procediments que empen radiació ionitzant. En cas d'existir dubte pel que fa a quin és el millor procediment per a respondre a la pregunta clínica, establir un diàleg entre el metge prescriptor remitent i el metge realitzador de procediments radiològics (per exemple, el radiòleg, el metge especialista en medicina nuclear) pot ajudar a prendre la decisió correcta.

El metge remitent ha de plantejar-se una sèrie de preguntes al considerar els procediments d'imatge:

1. *S'ha fet abans?* - rastrejar els historials d'exposició a la radiació és essencial.
2. *Ho necessito?* - *El resultat influirà en l'atenció del pacient o enfortirà la confiança en el diagnòstic?*
3. *Ho necessito ara?*
4. *És el millor estudi clínic?* - hi ha altres alternatives.

5. *Explico el problema clarament? d'una manera que aclareixi la necessitat exacta? (i pugui obrir espai per a la reducció de la dosi - optimització, veure més avall).*

La integració d'un sistema de suport a la decisió clínica (SDC) pot ajudar a la justificació de les proves que es demanen.

L'ús de paràmetres tècnics aplicables a adults podria provocar una radiació major de la necessària en nens. Les instal·lacions on els pacients se sotmeten a radiació s'han d'adaptar als nens de manera que s'administri la menor dosi de radiació que sigui necessària per a proporcionar una imatge a partir de la qual es pugui obtenir un diagnòstic precís.

Els nivells de referència per al diagnòstic (NRD) són d'alguna manera nivells de recerca de la dosi (en radiologia diagnòstica i intervencionista) o d'activitat administrada (en medicina nuclear) definits per a proves habituals i grups de pacients de mida normal com a eines per l'optimització i el control de la qualitat.

La variació de grandària entre adults és lleu, en comparació amb l'ampli ventall de mides dels pacients pediàtrics, el que posa de manifest la necessitat de diferents nivells de referència per al diagnòstic segons la mida. Aquests nivells de referència solen expressar-se en funció del pes o de l'edat. Els NRD no són límits de dosi i són recomanables, però no obligatoris, si bé la implantació del concepte de NRD és un requisit de seguretat bàsic. Un cop establerts, els NRD es revisen amb periodicitat i s'actualitzen amb la finalitat de reflectir uns valors de referència coherents amb el coneixement professional. Les diferents instal·lacions mèdiques poden comparar les dosis que apliquen en les seves pràctiques amb els NRD per a certs grups de pacients per tal de garantir que les dosis d'un procediment concret no varien de forma considerable de les que proporcionen els serveis homòlegs.

Una comunicació millor i més eficaç entre els metges prescriptors remitents i els metges realitzadors de procediments radiològics facilitaria el procés d'optimització. La informació proporcionada pel metge prescriptor (és a dir, sol·licituds l·legibles i expressades amb claredat) haurà d'incloure les preguntes clíniques que haurà de respondre la prova diagnòstica. Aquesta informació és necessària per determinar si el procés està justificat, i també haurà d'ajudar a optimitzar el protocol de la prova ajustant els paràmetres tècnics radiològics per obtenir una qualitat d'imatge adequada per resoldre les consideracions pertinents del diagnòstic diferencial amb la dosi de radiació més baixa possible (Linton 2003).



Una comunicació millor entre metges prescriptors remitents i metges realitzadors de procediments radiològics facilitaria el procés d'optimització.

Radiologia pediàtrica convencional

La radiografia pediàtrica convencional engloba la radiografia analògica, així com la RC i la RD, sent aquestes dues últimes tecnologies digitals. La RC i la RD ofereixen beneficis considerables en comparació amb la radiografia analògica, així com un registre durador i accessible (sense risc de pèrdua de plaques, amb disponibilitat electrònica immediata) i la possibilitat de manipular les imatges (per exemple, ampliació de la imatge, ajust del contrast i la brillantor i un major rang dinàmic que pot produir una qualitat adequada amb exposicions baixes, les quals produïrien imatges analògiques subexposades).

No obstant, també hi ha el risc d'incrementar la dosi del pacient involuntàriament. Per exemple, en el passat, les imatges sobreexposades eren massa fosques. No obstant, la tecnologia digital permet compensar aquest excés d'exposició alterant la brillantor i el contrast després de la seva obtenció. A més, si no és que hi hagi un programa de control de qualitat potent, els talls múltiples solen eliminar-se directament i mai arriben a les persones que estan interpretant la imatge. D'altra banda, la col·limació manual com a part integrant del processat posterior a l'obtenció de la imatge pot implicar l'enviament d'una imatge a la persona que l'estigui interpretant sense que aquesta indiqui quina part de la imatge original estava realment exposada (tallada). La manca de familiaritat amb la tecnologia, com els algorismes de post-procés, també pot disminuir la qualitat de la imatge projectada.

És crucial disposar de la formació i entrenament adequats, així com de plantejaments de la gestió de les dosis per equips (és a dir, involucrant el radiòleg, l'especialista en física mèdica, el tècnic/auxiliar en radiodiagnòstic, etc.) per assegurar l'optimització de la protecció a la radiografia computada i la radiografia digital (Uffmann 2009; ICRP 2007b).

Tomografia computaritzada

En TC, un feix de raigs X travessa una zona del cos del pacient i després incideix en un anell de detectors. Tant la font de raigs X com els detectors roten dins la màquina. Mentre llisca al pacient per la taula dins la màquina, un ordinador genera imatges de talls seqüencials (axials) del cos del pacient i mostra les imatges en un monitor. La TC proporciona de manera ràpida i fiable informació mèdica molt valuosa que pot salvar la vida del pacient. Resulta particularment útil per a la imatge cranial, toràcica, abdominal/pèlvica i òssia.

La TC, amb una freqüència una mica inferior a la de la radiografia toràcica (6,3 % de totes les proves amb raigs X), representa la principal aportació a la dosi col·lectiva (43,2 %). Mentre que la freqüència de TC en nens ha crescut, els avenços tecnològics han aconseguit reduir considerablement les dosis de radiació per procediment.

Les possibilitats de reduir la dosi de radiació innecessària en les TC pediàtriques inclouen els paràmetres d'exposició segons la mida de l'infant (mida individual/edat) i el seu quadre clínic, prestant especial atenció als nivells de referència diagnòstics. La majoria dels equips de TC compten amb tecnologia automàtica de reducció de dosi que ajuda a optimitzar la dosi, també per als nens. Quan la TC és la prova adequada, s'ha de considerar el següent:

1. Adaptar els valors de kV i mA en funció de la mida de l'infant.
2. Una adquisició (fase única) en general és suficient.
3. Adquirir la imatge únicament de la zona indicada.

També algunes estratègies haurien de ser considerades per reduir les dosis:

- Major velocitat de gir del tub (taula).
- Escaneig de diverses zones del cos de forma simultània per minimitzar el solapament de l'escanejat.
- Ús òptim del contrast intravenós.
- Posició del pacient a l'escàner.

Radiologia dental

La radiografia intraoral interproximal i/o l'ortopantomografia són eines que els odontòlegs i ortodontistes utilitzen des de fa molts anys. No obstant això, la presència actual de tomografies computeritzades de fes cònic (CBCT per les seves sigles en anglès de *Cone Beam Computed Tomography*) i les tomografies computeritzades multitall en l'avaluació de la dentadura i/o les malalties orals o maxil·lofacials ha suscitat debat respecte de la seva justificació i optimització. En qualsevol cas, les proves radiològiques dels canins superiors no solen ser necessàries abans dels deu anys d'edat (Comissió Europea, 2012).

Fluoroscòpia diagnòstica

La fluoroscòpia és una modalitat d'imatge que utilitza un feix de raigs X per produir imatges dinàmiques del cos pràcticament a temps real, preses mitjançant un detector especial i visualitzades en monitors. La fluoroscòpia s'utilitza tant per a l'obtenció d'un diagnòstic per imatge com per al tractament guiat per imatge (per exemple, col·locació d'un catèter/globus, i altres procediments intervencionistes en el cor, al cervell i en qualsevol altra part de l'organisme).

La quantitat de radiació en les proves fluoroscòpiques, generalment, sol ser superior a la de les radiografies simples (per exemple, radiografia de tòrax), i depèn del tipus de procediment, del temps d'escòpia i de la mida del pacient.

La fluoroscòpia segueix sent una prova radiològica d'imatge important entre els pacients pediàtrics. Els estudis fluoroscòpics en nens poden utilitzar-se per examinar la bufeta o la uretra (cistouretrograma miccional o VCUG, de l'anglès *Voiding cystourethrography*), el tram superior del tracte gastrointestinal (mitjans de contrast d'ingestió oral o estudis del trànsit esofagogastroduodenal) i del tram inferior de la mateixa (ènema opac).

La dosi de radiació varia en funció de la prova específica, la qualitat de la imatge necessària per al diagnòstic, la mida del pacient, la dificultat de la prova i la configuració de l'equip d'imatge.

Intervencions guiades per imatges

Les intervencions guiades per fluoroscòpia poden resultar en una major exposició a radiacions per als pacients i el personal que en altres proves diagnòstiques d'imatge, però eviten molts dels riscos inherents a altres procediments quirúrgics pediàtrics més complexos. Les intervencions complexes poden requerir dosis de radiació més altes i la seva justificació ha de ser avaluada de forma individual. Els riscos de la radiació poden reduir-se al mínim mitjançant la implantació de mesures pràctiques per optimitzar la protecció (Sidhu 2010; NCRP 2011).

Abans de la intervenció, l'intercanvi d'informació entre el metge prescriptor remitent i el metge realitzador de procediments radiològics (per exemple, el radiòleg intervencionista, el cardiòleg intervencionista o altres) permet recolzar la decisió de realitzar el procediment (justificació). També haurà de plantejar la possibilitat de realitzar altres proves d'imatge, particularment aquelles que no requereixen radiació ionitzant (per exemple, ressonància magnètica o ecografia). El metge prescriptor remitent pot ajudar a reunir l'historial mèdic del pacient i el seu historial radiològic per poder avaluar l'exposició radiològica acumulada del pacient. De la

mateixa manera, convé tenir en compte troballes clíniques prèvies a cada nova prova.

Durant la intervenció, tots els membres de l'equip de radiologia intervencionista col·laboren per garantir l'optimització de la protecció i la seguretat. Una comunicació eficient entre els membres del personal ajuda a mantenir les dosis de radiació en nivells el més baixos possible.

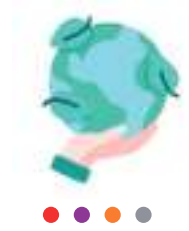
Es recomana un seguiment clínic als pacients que han rebut dosis relativament altes en la pell durant un o més procediments. El pacient i la seva família també han de ser informats sobre la possibilitat que aparegui qualsevol signe clínic de lesió cutània com l'enrogiment de la pell (eritema) en el lloc d'incisió del feix, així com la manera de procedir en cas que apareguin.

Medicina nuclear

La medicina nuclear pediàtrica proporciona informació important per facilitar el diagnòstic, la gravetat, el tractament i el seguiment d'una sèrie de malalties pediàtriques. Les dosis al pacient són més altes per a les tomografies per emissió de positrons (PET) i les PET/TC, una modalitat de medicina nuclear que proporciona informació funcional i anatòmica que sol utilitzar-se per l'avaluació i el seguiment de neoplàsies malignes (Accorsi 2010).

La medicina nuclear utilitza substàncies radioactives (radiofàrmacs) per generar imatges i mesurar aspectes funcionals del cos del pacient (medicina nuclear diagnòstica) i/o destruir cèl·lules anòmales (medicina nuclear terapèutica). El radiofàrmac s'acumula principalment en l'òrgan o el teixit sobre el qual es realitza la prova, on allibera la seva energia (radiació). La introducció de la tomografia d'emissió de positrons (PET) i els sistemes d'imatge integrats (per exemple, SPECT⁷/TC, PET/TC, PET/RM⁸) han ampliat les aplicacions de la imatge molecular amb radiofàrmacs. Els pacients que se sotmeten a PET/TC o SPECT/TC estan exposats a radiació tant del radiofàrmac injectat com dels raigs X de la TC.

La radioactivitat varia, de manera que diferents traçadors tenen diferents períodes de semidesintegració (temps perquè s'elimini la meitat de la radioactivitat de l'organisme). Per exemple, el radionúclid utilitzat de manera més habitual, Tecne-99m, té un període de semidesintegració de sis hores, i a tots els efectes pràctics s'haurà eliminat en dos dies i mig (seixanta hores). Respecte els radionúclids seleccionats, la dosi per unitat d'activitat pot ser deu vegades més gran per als nadons que per als adults (UNSCEAR 2013).



Es recomana un seguiment clínic als pacients que han rebut dosis relativament altes a la pell durant un o més procediments.

7. SPECT, de l'anglès *Single photon emission computed tomography*. Tomografia computada per emissió monofotònica.

8. Ressonància magnètica.

Per optimitzar la protecció dels infants i els adolescents en medicina nuclear diagnòstica, s'apliquen programes d'optimització d'activitat administrada en pacients pediàtrics, que generalment es basen en dosis recomanades per a adults i s'ajusten segons alguns paràmetres com el pes corporal del pacient.

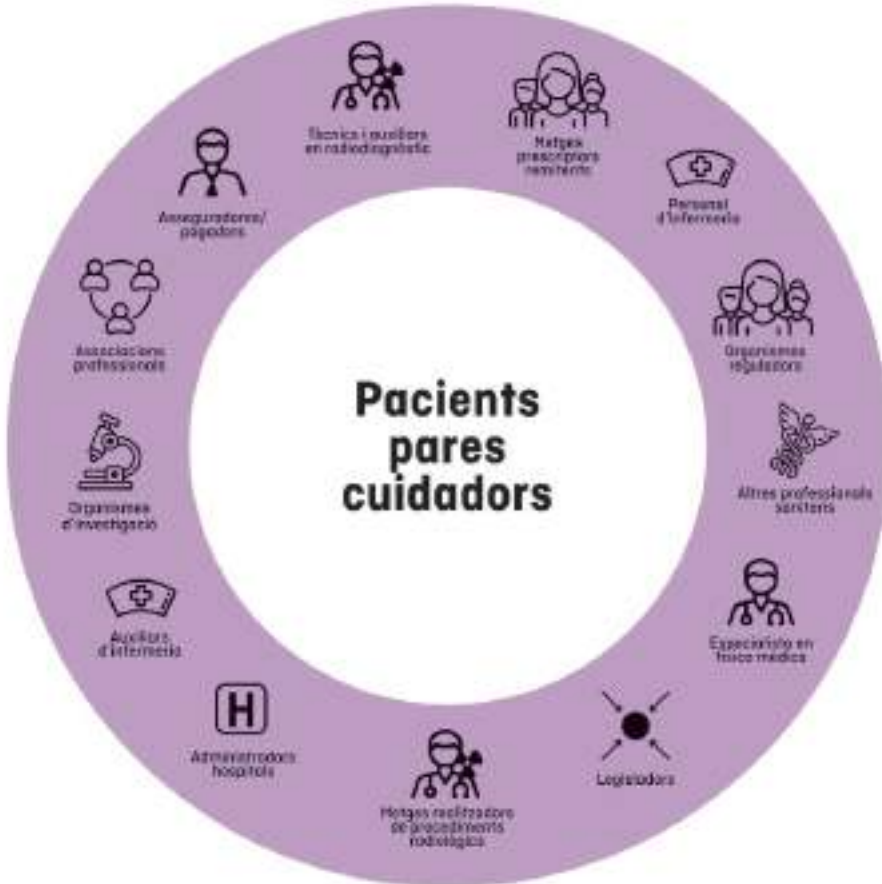
Principis generals d'optimització

- La dosi de radiació depèn de la informació necessària per respondre a la pregunta clínica i de la mida del pacient.
- La dosi real la determinaran el procediment específic, la qualitat de la imatge necessària per al diagnòstic i la mida del pacient.
- Alguns òrgans en nens resulten més sensibles a la radiació que en adults, i els nens presenten una esperança de vida més gran en la qual podria desenvolupar efectes tardans, com el càncer.
- Un tret comú és el principi de mantenir les dosis en els nivells més baixos que resulti raonablement possible (ALARA⁹), sobretot en nens.
- La reducció de la dosi no hauria de comprometre la qualitat diagnòstica de les imatges. Existeixen nombroses tècniques per reduir la dosi i el risc en imatge pediàtrica sense comprometre la qualitat diagnòstica.

Per establir una cultura de seguretat radiològica, convé començar des dels nivells jeràrquics superiors de l'organització, tot i que les dimensions i la promoció d'aquesta cultura dependran de la seva assimilació per part de tots els implicats en la prestació dels serveis, incloent els directors, administradors, professionals sanitaris i altres membres del personal auxiliar, així com els pacients i les seves famílies. Les organitzacions amb una bona cultura de seguretat radiològica es caracteritzen per una comunicació basada en la confiança mútua, les percepcions comunes sobre la importància de la protecció i la seguretat radiològiques. La següent figura presenta els diversos grups implicats en la comunicació de risc radiològic i el diàleg benefici-risc en imatge pediàtrica.

9. El terme ALARA correspon a les sigles angleses de l'expressió "tan baix com sigui raonablement possible" (*As Low As Reasonably Achievable*).

Figura 18. Diversos grups implicats en la comunicació dels beneficis i els riscos de la radiació en imatge pediàtrica. Font: OMS, 2016.



Comunicar els beneficis i els riscos de les proves de diagnòstic per imatge pediàtrica que fan servir radiació ionitzant realment pot esdevenir tot un desafiament. En primer lloc, les persones sovint presenten una sèrie d'influències personals que afecten la seva percepció dels riscos.

Mentre un diàleg de risc de radiació més genèric generalment ocorre entre el remitent i el pacient i la família o cuidadors, el radiòleg pot contribuir a un diàleg més detallat, centrat en les dosis de radiació i els riscos relacionats amb el procediment particular a realitzar:

- El proveïdor d'atenció primària de la salut (per exemple, pediatre, metge de família) ha de participar, ja que estarà més familiaritzat amb l'afecció i l'historial mèdic de l'infant i amb el pla de tractament establert. En el context de l'estreta relació entre el pacient i el proveïdor d'atenció primària de salut, la seva capacitat per escoltar, respondre preguntes i abordar les preocupacions sobre els beneficis i riscos de la radiació és crucial.
- Els radiòlegs tenen un paper únic a l'explicar els beneficis i riscos de les imatges mèdiques. Juntament amb els altres membres de l'equip (per exemple, físic mèdic, tècnic en radiologia) podran respondre preguntes específiques sobre la seguretat del procediment, la dosi de radiació per a nens i el risc associat.
- Les infermeres i altre personal de suport de l'atenció mèdica poden ajudar també a facilitar la comunicació.



Els riscos de radiació per als procediments de diagnòstic per imatges són petits.

Es pot facilitar la comunicació utilitzant materials informatius impresos i/o electrònics per als facultatius, pacients, pares, familiars o altres cuidadors. Aquesta informació es pot revisar durant el procés de consentiment informat i/o en les directrius posteriors al procediment.

Els procediments d'imatges proporcionen informació molt important que permet als proveïdors d'atenció mèdica prendre decisions informades sobre la cura d'un nen (fins i tot si l'examen és normal) i poden salvar vides. Els riscos de radiació per als procediments de diagnòstic per imatges són petits. Quan es justifica una investigació, el risc de no sotmetre's a un procediment de radiació és molt més gran que el risc de radiació del procediment en si. A més, existeixen nombroses estratègies per reduir la dosi i el risc en imatge pediàtrica sense comprometre la qualitat diagnòstica.

Bibliografia

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/NEJMr072149>
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. N° de publicación 172 de Protección radiológica. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea [http:// www.sedentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf](http://www.sedentext.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 Protection 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 Protection 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 Protection 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](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., & Kortensniemi, 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., Hovhannesyanyan, 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 Committee 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 Committee 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 Committee 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 Committee 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. Seguretat alimentària en un entorn domèstic canviant

José Juan Rodríguez.

PhD. Catedràtic d'Universitat. Àrea de Nutrició i Bromatologia. Facultat de Veterinària. Campus UAB. Universitat Autònoma de Barcelona.

En aquest capítol es pretén donar una visió general de la seguretat dels aliments. S'inicia amb una sèrie de conceptes que es consideren essencials per a poder entendre i diferenciar entre perill i risc. Actualment es considera que un aliment és segur davant l'absència de perill, però en realitat, tècnicament ho és quan està absent de risc. És cert que aparentment són termes sinònims, però no és així en el nostre cas. Es continua amb els apartats de control alimentari i límits microbiològics. Potser és la part més tècnica del capítol, però és important, perquè cal considerar com s'ha aconseguit que els aliments que consumim avui en dia siguin uns dels més segurs que es poden adquirir al món. En algunes ocasions sembla que això es deu a la casualitat i no és així, hi ha hagut molta feina prèvia i un gran esforç de professionals de diferents sectors. A partir d'aquí, s'entra a donar informació per a l'àmbit domèstic, aportant informació per al dia a dia, s'acclareixen alguns punts sobre mites relacionats amb la seguretat alimentària i es finalitza amb alguns consells.

Introducció

La seguretat dels aliments és un tema sobre el qual s'ha publicat molt en diferents revistes científiques i en multitud de mitjans de comunicació. Això ha portat al fet que hi hagi multitud d'opinions sobre el que ha d'abordar aquest tema i quins són els reptes per als propers anys. No obstant això, destaca especialment que els consumidors no tenen una bona perspectiva dels perills reals dels aliments i quins són els reptes als quals ens enfrontem, el que limita possibilitats de millora i, sobretot, de prevenció efectiva.



La seguretat dels aliments es veu compromesa directament amb la temperatura ambient i les males pràctiques d'higiene.

En la societat actual hi ha una por a la contaminació química. D'entre els perills que destacarien és probable que el primer d'ells siguin els additius, seguits pels contaminants químics, sobretot els pesticides, i el consum d'aliments transgènics.

No obstant això, d'entre els principals problemes relacionats amb la seguretat dels aliments, sens dubte, els primers a la llista han de ser els microbiològics i, en particular, els bacteris patògens i les micotoxines produïdes pels fongs. Els microorganismes poden créixer quan es donen unes condicions adequades per a això. Com a criteri general, a major temperatura, els microorganismes augmenten la seva velocitat de multiplicació, fet que suposa un augment del seu nombre i dels riscos relacionats amb la seva presència. En les estadístiques oficials, la seguretat dels aliments es veu directament compromesa amb la temperatura ambient i les males pràctiques d'higiene. Entre aquestes males pràctiques, l'elaboració de grans quantitats, l'absència d'una refrigeració ràpida i especialment el consum d'aliments crus o sense cap tractament, suposen un risc real.

Crida per això l'atenció la distància que hi ha entre la realitat i l'opinió pública, el que de fet suposa un problema de cara a la prevenció de les malalties de transmissió alimentària.



Concepte de seguretat alimentària

Hi ha moltes definicions possibles. Segons l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO, per les seves sigles de *Food and Agriculture Organization*), «hi ha seguretat alimentària quan totes les persones tenen en tot moment accés físic i econòmic a suficients aliments innocus i nutritius per satisfer les seves necessitats alimentàries i les seves preferències pel que fa als aliments per tal de portar una vida activa i sana» (Cimera Mundial de l'Alimentació, 1996). No obstant, en els països desenvolupats, l'assimilem a un concepte d'innocuitat alimentària. Per tant, la podem definir com el conjunt d'accions tendents a prevenir les malalties transmeses pels aliments.

Encara que aquest sembli un terme molt més concret, hi ha multitud de malalties que poden ser vehiculades pels aliments, basades totes elles en controlar els perills que es troben en els aliments. En aquest punt és especialment important diferenciar entre perill i risc. Aquests dos conceptes semblen sinònims i no és així.

Perill

Un perill és qualsevol agent biològic, físic o químic que pot donar lloc a una malaltia en els consumidors. Per tant, vol dir que cal fer una llista de tot el que pot fer emmalaltir a una persona, a través dels aliments i classificar-lo en funció del seu origen. Una bona referència per conèixer els diferents perills alimentaris la podem trobar a <https://mapaperills.uab.cat>.

Aquesta web inclou els diferents perills, classificats en funció del seu origen:

- Perills biològics: 27.
- Perills químics: 38.
- Perills físics: 2.
- Al·lèrgens: 4.

La llista no pretén incloure a tots els perills possibles, sinó a tot aquells que han estat implicats en algun problema de salut pública.

No obstant, la sola presència d'un perill no vol dir que s'hagi de produir una malaltia en els consumidors. Aquest és un error bastant comú en els mitjans de comunicació, fins i tot en alguns especialistes que estudien perills molt concrets. De fet, és freqüent llegir notícies en què es poden indicar que un tant per cent més o menys alt d'alguns aliments poden contenir mercuri o fitosanitaris o acrilàmida. Aquest tipus d'informació sempre espanta el consumidor, però no implica que els aliments siguin insegurs. En realitat, cada perill cal relacionar-lo amb un límit.



Podem definir la seguretat alimentària com a conjunt d'accions tendents a prevenir les malalties transmeses pels aliments.

Si un perill està en una concentració per sota del seu límit de consum, no suposa un risc per a la salut. D'altra banda, si està per sobre, sí que suposa un risc i ha de ser retirat del mercat.

Risc

Si haguéssim de definir el que és el risc, hauríem de dir que és la probabilitat d'emmalaltir després de consumir un aliment contaminat. Per això, suposaria consumir un aliment amb un perill a una concentració superior al límit establert. Com més gran sigui aquesta probabilitat, més risc tindrem d'emmalaltir pel consum d'aquell aliment.

Com veiem, el realment important és conèixer el risc. La idea de risc l'obtenim primer per les estadístiques oficials en relació amb les malalties de transmissió alimentària. En aquest cas, si en un país o regió és més freqüent l'existència de malalties relacionades amb *Salmonella spp.*, serà aquest microorganisme el de major risc i si ho fos la histamina, ho seria aquest tòxic.

Control dels aliments

Tradicionalment l'anàlisi dels aliments s'ha realitzat sobre la base de conèixer la situació del producte acabat, previ al seu consum. No obstant això, aquest tipus d'estratègia té seriosos inconvenients, associats bàsicament al temps necessari per poder obtenir resultats i de la dificultat per relacionar-lo amb mesures preventives que ajudin a controlar els perills en els aliments. En realitat, el secret d'un aliment segur es basa en establir mesures preventives, més que només tenir el resultat d'una anàlisi concret, i aplicar aquestes mesures durant tota la cadena de producció d'aliments.

Encara que hi hagi aquesta limitació en la capacitat per prendre decisions productives, no es pot obviar que s'han de posar al mercat aliments segurs. Per això, les legislacions dels diferents països de tot el món imposen uns criteris mínims que s'han de complir per evitar que els consumidors pateixin malalties d'origen alimentari.

Aquestes normes, d'obligat compliment per a tota empresa alimentària, asseguren que un producte compleix amb el mínim marcat per la normativa durant tota la vida comercial. Així, els criteris s'han d'establir de conformitat amb aquests principis i basar-se en anàlisis i assessorament científics. Quan es disposa de dades suficients, cal tenir en compte una anàlisi de perills adequada per al producte alimentari i el seu ús. A més, s'han d'elaborar de forma transparent, complint amb els

requisits necessaris per a un comerç equitatiu, i revisar periòdicament per comprovar la seva utilitat enfront de nous gèrmens patògens, contaminants químics, paràsits o toxines entre d'altres, l'evolució de la tecnologia i nous coneixements científics.

Això vol dir que amb la legislació alimentària s'aconsegueix que els aliments que es posen al mercat, amb un etiquetatge legal, són aliments segurs. A les etiquetes s'indica el tipus d'aliment, la composició i instruccions interessants per als consumidors. Entre ells, si s'ha de mantenir en refrigeració, si es poden mantenir a temperatura ambient, així com instruccions sobre la seva conservació després d'obrir l'envàs. Una de les més freqüents: mantenir en refrigeració un cop obert. A més, s'indica la data de caducitat o la data de consum preferent.

És curiós, que molts consumidors se salten ells mateixos els controls establerts, comprant productes que no compleixen amb la llei. Per exemple, comprant begudes o menjars preparats a la platja, en zones d'esbarjo, aliments que es consideren artesans però que se'ns venen al carrer o al camp, sense cap tipus de control. És important destacar que el consumidor és la baula més feble de la cadena alimentària i que n'ha de ser conscient.



Amb la legislació alimentària s'aconsegueix que els aliments que es posen al mercat, amb un etiquetatge legal, són aliments segurs.



Establiment de criteris microbiològics

Les normes de seguretat dels aliments han tingut una important actualització i simplificació, que ha afectat un important nombre de reglaments i directives comunitàries sobre la matèria. El criteri microbiològic per a un aliment defineix l'acceptabilitat d'un producte o un lot d'un aliment basat en l'absència o presència, o en la quantitat de microorganismes, inclosos paràsits, i/o en la quantitat de les seves toxines/metabòlits, per unitat o unitats de massa, volum o superfície.

Un criteri microbiològic consta de:

1. Una descripció dels microorganismes que susciten preocupació i/o de les seves toxines/metabòlits i el motiu de la preocupació.
2. Els mètodes analítics per a la seva detecció i/o quantificació.
3. Un pla que defineixi el nombre de mostres de camp que cal prendre i la magnitud de la unitat analítica.
4. Els límits microbiològics que es consideren apropiats per a l'aliment en el punt o punts especificats de la cadena alimentària.
5. El nombre d'unitats analítiques que s'han d'ajustar a aquests límits.

Un criteri microbiològic ha d'incloure també:

1. L'aliment al qual s'aplica el criteri.
2. El punt o els punts de la cadena alimentària en què s'aplica el criteri.
3. Tota mesura que s'hagi d'adoptar quan no es compleix amb aquest criteri.

A l'aplicar un criteri microbiològic a l'avaluació dels productes perquè puguin aprofitar-se de la millor manera possible els diners i la mà d'obra és essencial que s'apliquin només mètodes d'anàlisi adequats als aliments i als diferents punts de la cadena alimentària. Aquests controls ofereixen els majors beneficis en relació amb la possibilitat de proporcionar al consumidor un aliment innoce i apte per al consum.

Per tant, que es facin els controls concrets i apropiats a cada tipus d'aliment, suposa una garantia per als consumidors.

Aplicació dels criteris microbiològics

La lògica de la legislació actualment vigent porta a la simplificació de les normes. No obstant això, i pel que fa als límits microbiològics, la tendència està anant en dues vies complementàries. D'una banda, s'han creat les condicions perquè tots els països membres segueixin els mateixos criteris i, al mateix temps, s'han inclòs

els protocols de referència, necessaris perquè els assajos tinguin resultats comparables. Tenint en compte els criteris establerts a la UE, la situació i la mentalitat hauran de canviar de forma significativa a Espanya. Bàsicament, la regulació de les normes d'anàlisi suposa que no es podran seguir analitzant mostres d'acord amb criteris personals. Des del moment en què s'apliqui completament la normativa comunitària, davant d'una situació de dubte, la tècnica de referència serà sempre la publicada. Només seran acceptables altres protocols quan es pugui demostrar, mitjançant estudis específics, que funcionen igual o millor que el de referència.

Els criteris engloben el perquè de l'anàlisi, és a dir, si s'està realitzant una determinació microbiològica que implica un risc per a la seguretat dels consumidors o es tracta d'un marcadore d'higiene dels productes. Un cop considerat el criteri, s'imposa el límit, que cal contemplar-lo en un context ampli. Això vol dir que el límit no només afecta el rebuig d'un producte, sinó que delimita i separa els productes que tenen consideració d'acceptable, rebutjable o en cas de dubte sobre el seu estat.

Criteris de seguretat alimentària

Els criteris de seguretat alimentària es refereixen a microorganismes que poden suposar un perill per a la salut dels consumidors, i només fa referència a aquells agents en què hi ha un cert consens quant a la seva perillositat i als criteris de detecció més adequats. En tots ells se segueix un criteri homogeni, és a dir, la primera selecció és la categoria de l'aliment, en funció del risc associat, bé perquè la població sigui sensible o bé perquè el producte estigui implicat en processos de transmissió alimentària.

Entre els diferents microorganismes els consumidors coneixen clarament la *Salmonella*, que durant molts anys ha estat el bacteri que més preocupació causava. Això ha fet que es produeixi una sensació de costum. Per això, podem veure en un diari, a Internet o a les xarxes socials l'existència d'un grup de persones afectades per aquest microorganisme. No obstant, no produeix una alarma particular si no ha tingut origen en l'entorn de casa nostra o dels nostres amics. Això demostra que hi ha una relaxació per part d'alguns consumidors.

D'altra banda, quan apareix un gran brot, amb centenars o milers de persones afectades, pot produir una crisi que ens faci conèixer altres perills, altres microorganismes. Aquesta situació va tenir lloc l'estiu de 2019 a Sevilla. El problema estava relacionat amb el consum de carn emmetxada i relacionat amb un altre bacteri, *Listeria monocytogenes*.

Tots aquests han de ser controlats a cada empresa alimentària, relacionant tant el pla de presa de mostra, com el límit legal. A major grandària de mostra, hi ha una major pressió sobre el lot de producció. En aquest sentit no és el mateix analitzar una, cinc, deu o vint-i-cinc mostres. De la mateixa manera, el límit és també important, ja que en el cas dels criteris de seguretat sol ser absència (no detectar res). Tot això vol dir que una única mostra amb un límit d'absència implica una tolerància relativament elevada a que el lot de producció surti al mercat amb contaminació de patògens. No obstant, si la mida de la mostra és de trenta, amb un límit d'absència, llavors la pressió sobre el lot és molt més gran i la probabilitat que hi hagi patògens en el producte és clarament inferior.

Això, de cara a un consumidor, quin interès té? Que en els controls que es facin, no n'hi ha prou que s'analitzi un patògen, sinó que cal indicar el nombre de mostres que s'analitzen.

S'ha de tenir en compte a més que cada paràmetre analític va acompanyat d'una tècnica de referència, que normalment és una norma de qualitat ISO¹⁰, i que ha de ser la més recent, és a dir, tots els protocols han de ser actualitzats. Aquest punt és especialment important i de vegades passa desapercbut. D'acord amb la legislació europea, les normes es van actualitzant segons es van produint avenços científics o tecnològics. Per aquest motiu s'han triat les normes ISO, que es van corregint i millorant amb el temps. Això implica que a l'emprar una tècnica «actualitzable» el marge de seguretat és més gran i garanteix que els consumidors poden estar tranquils amb el que s'adquireix dins dels productes comercialitzats a Europa.



D'acord amb la legislació europea, les normes es van actualitzant segons es van produint avenços científics o tecnològics.

Control alimentari en l'àmbit domèstic

La seguretat alimentària és una cosa que els consumidors valoren, especialment, quan consideren que es troben en una situació de risc. No obstant, no se sol actuar d'una manera activa per millorar-la. La manera com s'enfoquen les accions varia considerablement entre els diferents països. Els nord-americans són el grup de població amb una major sensibilitat i capacitat per aplicar avenços tecnològics en l'àmbit domèstic. A Estats Units s'empra la tecnologia alimentària de forma generalitzada i és el país on més màquines s'adquireixen per a la seva aplicació domèstica. En una llar americana es pot trobar una extensa varietat de frigorífics, forns convencionals, microones, escalfadors o refredadors d'aliments, entre d'altres.

El consumidor americà és capaç de gastar-se diners en equips que serveixin per avaluar el nivell de seguretat dels seus aliments. Així, l'ocupació de termòmetres que permeten controlar la temperatura interior dels aliments o la utilització d'altres sistemes, com la valoració de l'ATP a les llars, un dels sistemes més en voga

10. *International Organization for Standardization* (Organització Internacional per a l'Estandardització)

per al control de la contaminació en llars i indústries, per detectar la presència d'alguns patògens, es comença a veure amb certa freqüència. Aquesta situació és menys freqüent a Europa en general i gairebé nul·la a Espanya.

Temperatura i seguretat alimentària

1. Utilització del fred. El frigorífic

Una adequada temperatura dels aliments, tant de refrigeració com de cocció, és un factor clau de la seguretat dels aliments. Si hi ha alguna acció que ajudi de forma significativa el control dels aliments aquesta és la temperatura. És igualment interessant tant el control de la refrigeració com el del cuinat. Per a la refrigeració, la qualitat de l'equip de fred que s'instal·la a la cuina és el factor crític. Per tant, la nevera és un element central de la casa per garantir la seguretat dels aliments. Un sistema adequat de fred ha de tenir termòmetre o un termòstat ben calibrat, juntament amb un sistema adequat de desglaç. No obstant, a Espanya encara hi ha un parc d'equips antiquats, el que comporta una menor efectivitat i seguretat dels aliments.

Amb un frigorífic de classe A o millor, s'aconsegueix una major eficiència energètica i una reducció de la factura de l'electricitat, però a més, es garanteix una millor regulació de la temperatura dels productes que conserva. Encara que en un primer moment ens fixem, sobretot, en la reducció dels costos de l'electricitat en la nostra factura, els efectes sobre la seguretat dels nostres aliments solen ser molt evidents després d'un canvi. Bàsicament els aliments duren més i disminueix el risc de problemes gastrointestinals si el manteniment de l'equip és adequat.

És important conèixer que hi ha mesures d'aplicació domèstica que cal destacar. Entre les mesures de manteniment de l'equip cal assenyalar la correcta col·locació dels aliments i la correcta neteja i desinfecció. La primera d'elles suposa conèixer on es transmet el fred als aliments.

En alguns frigorífics una de les seves parets és la que es refreda i d'aquí es transmet a la resta de superfícies, a l'aire interior i als aliments. En aquest tipus de màquines és necessari no acostar excessivament els aliments a aquesta paret. La paret es refredarà molt més que la resta i farà que es formi gel, fins i tot gel, en la seva superfície, el que faria que els aliments es puguin congelar a la superfície, fent que perdin qualitat. A més, de tant en tant la paret s'escalfa lleument, desglaçant aquesta zona. El gel es transforma en aigua i aquesta surt de l'interior de la nevera per un petit orifici de desguàs. Per tant, és fonamental que aquest orifici no estigui taponat i que permeti la sortida de l'aigua. Aquesta aigua ha d'anar a una safata que està al costat del motor de la nevera, evaporant-se en l'ambient de la cuina. Si la safata es trenca, l'aigua caurà a terra i es veuran tolls d'aigua en el terra de la part posterior de l'equip.



Una temperatura adequada dels aliments, tant de refrigeració com de cocció, és un factor clau de la seguretat dels aliments.

En els equips més eficaços, l'interior de la nevera té unes ranures per on surt l'aire fred. El fred es genera en una cambra interior i uns ventiladors el reparteixen per la zona on hi ha els aliments. En aquest cas, la temperatura és més homogènia i tots els aliments reben el fred de forma similar. En aquest tipus d'unitats cal vigilar que les ranures no es bloquegin i que no acumulin brutícia.



En tots els casos cal fer una neteja i desinfecció periòdiques. Per a això caldrà desconnectar l'electrodomèstic, buidar-lo d'aliments i retirar totes les parts desmuntables, que es poden netejar a part. Per eliminar els residus cal emprar un detergent - netejador de vaixel·la, millor si és alcalí, ni àcid ni neutre, millor amb aigua calenta. Això facilita la neteja interior, encara que aquesta quedarà en les baietes i esponges, que s'han d'esbandir freqüentment. Posteriorment cal utilitzar aigua neta, per poder esbandir i que no quedin restes del producte químic. La desinfecció cal fer-la amb algun producte específic. No cal aplicar cap producte que produeixi molt aroma o passarà als aliments. Per això, el desinfectant més adequat serà l'aigua oxigenada, que s'aplicarà després d'esbandir el detergent. Es deixa actuar almenys durant cinc minuts i s'asseca amb paper de cuina. A partir d'aquí, es poden tornar a muntar les parts desmuntables, es col·loquen els aliments i es connecta l'equip.

Durant el procés, els aliments s'han de mantenir freds, de manera que es poden posar en bosses al congelador, mentre es neteja la nevera. Mentre es neteja el congelador, es poden posar tots junts a la nevera, perquè la pèrdua de fred sigui mínima. Tot el procés s'ha de fer el més ràpidament possible i en dies no massa calorosos.

2. Utilització de la calor

D'altra banda, en multitud d'ocasions s'ha assenyalat la importància de cuinar adequadament els aliments. Per a això, s'ha de garantir que l'escalfament sigui suficient, a temperatures de com a mínim 70 °C a l'interior del producte. Per assegurar aquest objectiu calen termòmetres de punció que puguin introduir una sonda en el nucli de l'aliment. Aquesta mesura pot ser eficaç per a aliments de cert volum. A Espanya, aquests sistemes, tot i que n'hi ha de molt senzills, s'utilitzen poc, de manera que el control de l'escalfament s'aconseguirà més amb l'habilitat de la persona que cuini que no per un control específic.

A més, en l'actualitat es considera de major qualitat la cocció a baixa temperatura. Així, plats escalfats a 45 °C, productes semifreds o plats elaborats amb productes crus estan agafant protagonisme molt important en la cuina actual. En aquests casos, es pretén conjuntar una textura suau amb un aroma i gustos nous en els plats. En si mateix, això és ideal en la innovació culinària, però requereix productes d'una elevada qualitat i un bon control durant tot el procés. Aquest punt és el que requereix un detall particular ja que aquest tipus de plats solen ser molt apreciats pels consumidors, que intenten reproduir a casa seva. Tecnològicament es poden aconseguir productes similars, però per evitar que sorgeixin problemes de salut és molt important tenir en compte mesures de control higièniques adequades. Entre elles, productes de màxima frescor, mínima manipulació i un absolut control de la cadena de fred. Cal recordar que estem en una situació en què s'està produint un canvi climàtic. Això provocarà un increment de les temperatures ambient. Sabem que les malalties de transmissió alimentària augmenten quan la temperatura ambient incrementa. Per tant, el consum d'aliments crus o poc cuinats suposarà un major risc i un augment de les malalties alimentàries. En la mesura que el consumidor ho entengui, aquest risc es pot controlar. Si no es donen unes adequades mesures de control alimentari i de cocció, veurem que els nivells de seguretat alimentària disminuiran.



És important cuinar adequadament els aliments. Per això, cal garantir que l'escalfament sigui suficient, a temperatures d'almenys 70 °C a l'interior del producte.

Kits d'anàlisi a casa?

Alguns consumidors volen conèixer si els productes que compren estan exempts dels patògens més habituals, que normalment solen ser els més perillosos. Per cobrir aquesta demanda s'han tret al mercat sistemes immunològics per a la detecció de *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* o *Escherichia coli* O157: H7 entre d'altres. Aquests sistemes es basen en el mateix principi que les proves d'embaràs o les proves d'antígens per a la detecció de COVID-19. En realitat, a partir d'una mostra líquida, es posa una certa quantitat dins el sistema d'anàlisi i, després d'un temps, s'observa el resultat.

Aquests sistemes solen ser poc precisos, però han posat clarament de manifest que comencen a haver consumidors disposats a avaluar per si mateixos els perills associats als aliments que consumeixen o preparen. Aquesta situació és més freqüent als Estats Units, el que significa que en un futur hi haurà anàlisis que ajudaran els consumidors a implicar-se en la gestió de la seguretat dels aliments.

Probablement aquests sistemes de detecció seran més habituals en aquelles situacions en què el consumidor cregui que els aliments no són segurs, o quan es puguin produir brots amb moltes persones afectades. La pandèmia que estem patint, a causa del virus SARS-CoV-2, ha permès que molts consumidors s'hagin acostumat a fer proves d'antígens. Això pot permetre que aquest tipus de proves es puguin aplicar a la detecció d'antígens en superfícies, a les mans o en els estris que s'utilitzen per a la preparació d'aliments.

ATP, una tècnica amb cert futur

El mesurament de l'ATP és un dels sistemes més en voga per al control de la contaminació de microorganismes i de brutícia en les indústries alimentàries de tot el món. El que fa és detectar la concentració de matèria orgànica en una mostra concreta. Aquest principi s'associa al fet que l'ATP és la molècula de l'energia en totes les cèl·lules conegudes del nostre món. La molècula es troba, per tant, en els bacteris, els fongs i en les restes de multitud d'aliments que procedeixen d'animals i plantes. Un dels avantatges d'aquest sistema és que pot ser emprat per a la detecció de brutícia i per a les zones susceptibles de ser fortament contaminades amb microorganismes.

Per això, es tracta d'una tècnica que en el sector industrial s'aplica després de la higienització (neteja i desinfecció) i que es considera de referència en moltes plantes de processament d'aliments com a sistema per a considerar si la instal·lació ha estat adequadament tractada. Aquest criteri sol ser molt adequat, ja que una bona higienització comporta una reducció de la contaminació i una prevenció de les contaminacions creuades. Per aquest motiu, l'aplicació a l'entorn domèstic pot ser de gran utilitat. Els punts sobre els quals s'està treballant són diversos i, especialment, sobre la nevera i els sistemes de fred, ja que és el lloc on emmagatzemem i conservem els aliments frescos, des que els comprem fins que els consumim.

En aquesta zona, la relació entre l'ATP amb la contaminació microbiana és elevada i significativa, el que implica que un valor important assenyalarà el creixement de microorganismes, amb el consegüent risc per a la salut. Al mateix temps, serviria per saber si una taula de cuina o qualsevol superfície s'ha netejat correctament. L'aplicació d'aquest sistema és realment simple ja que consisteix a passar un bastonet per la superfície a analitzar. Posteriorment s'introdueix en un tub on hi ha

tots els reactius necessaris. De forma pràcticament instantània un aparell fa la lectura i dona el valor.

Aquests equips encara no s'empren a Espanya, on encara no estan disponibles, encara que, depenent de la demanda esperable, podrien estar-ho en poc temps. Potser, en un futur, si s'aconsegueixen equips senzills com els que determinen els nivells d'ATP, amb uns preus barats per als reactius, puguin introduir-se a les llars, amb resultats molt positius sobre les xifres de malalties de transmissió alimentària.

Seguretat alimentària i mites

El món de l'alimentació està ple de mites, creences que fan confondre la realitat amb la ficció. Molts d'ells no tenen major importància. Entre els més habituals, considerar el vinagre o el bicarbonat com desinfectants molt eficaços, que aconsegueixen eliminar multitud de microorganismes perillosos. Fins i tot hi ha publicacions en què s'indica que poden controlar els patògens alimentaris en superfícies domèstiques. Això és completament fals, perquè el vinagre podria ser un desincrustant feble, perquè pot dissoldre alguns dipòsits de calç, però sempre amb una eficàcia molt limitada. No obstant això, el bicarbonat té un efecte contrari.

No obstant, hi ha altres mites que cada vegada es llegeixen amb més freqüència:

Els aliments com més crus millor

Aquesta afirmació es basa en el fet que en els últims quaranta anys s'han aconseguit uns nivells de seguretat de primer nivell mundial. Quan no hi havia tecnologia, ni es processaven els aliments, els consumidors sabien que els aliments crus no podien o no s'havien de consumir. Es desinfectaven tots els vegetals amb lleixiu, les carns es menjaven al dia, sempre ben cuinades, i s'utilitzaven sistemes de conservació clàssics, com afegir grans quantitats de sal o assecat intensament els aliments. Fallar en algun dels punts de cocció, salat o desinfecció suposava un risc per a la salut. Això passava a casa nostra fa només seixanta anys.

No obstant això, la millora de la qualitat de les aigües de reg i el seu control, els tractaments contra malalties i paràsits dels animals, la higiene de les persones implicades en la manipulació dels aliments, a més de la utilització del fred (refrigeració i congelació) i diferents tecnologies alimentàries, han fet que els aliments siguin objectivament segurs.

Davant d'aquesta situació de millora, els consumidors han acabat creient que els aliments són intrínsecament segurs. A això se li ha unit la creença que els aliments



El món de l'alimentació està ple de mites, creences que fan confondre la realitat amb la ficció.

no s'han d'industrialitzar, no han de ser processats o envasats i es considera que com més cru sigui el menjar, millor i més sa i segur serà. Això és completament fals. Un aliment cru és intrínsecament més perillós i ha d'estar més controlat. Si no augmenten el nombre de controls i anàlisis, no podem garantir que el consum d'aliments crus sigui segur. En aquest sentit, consumir carn, llet, productes de la pesca o vegetals i hortalisses crus i sense cap tractament és una pràctica perillosa.

Els aliments ecològics són més segurs

Aquesta afirmació, sense cap matis, és falsa. En aquest cas cal diferenciar entre aliments d'origen animal i vegetal. En els aliments d'origen animal no hi ha diferències entre els ecològics i els no ecològics. De fet, la seguretat en aquest cas no depèn de l'origen, sinó de les plantes d'especejament, que són les que obtenen les peces de carn que es posen al mercat.

Si parlem dels vegetals, cal tenir en compte que s'han d'abonar amb fems, que no és altra cosa que excrements animals fermentats. Si aquests vegetals no són rentats i desinfectats correctament, el vegetal portarà afegits restes fecals dels animals, que podran aportar microorganismes patògens de qualsevol tipus. Per tant, el consum de vegetals ecològics no desinfectats correctament pot suposar un risc per a la salut.



Per descongelar aliments es pot deixar el menjar a temperatura ambient

Això és fals. Els microorganismes, especialment els bacteris, són capaços de créixer a gran velocitat a temperatures per sobre de 8 - 10 °C. Si deixem un producte congelat sobre una superfície de la cuina, es pot descongelar en les capes superficials en poc temps. Una vegada que s'arriba als 8 °C la temperatura puja cada vegada més de pressa, fins que s'iguali amb la temperatura ambient de la cuina. Per tant, podem trobar-nos en una situació de risc que no controlarem. Els aliments s'han de descongelar dins de la nevera, el que requereix una certa planificació dels àpats.

Si no veiem que una superfície estigui bruta, és que no hi ha perill

De nou és fals, perquè en seguretat alimentària la prova del cotó no funciona. Els microorganismes no es veuen i cal netejar les superfícies que estaran en contacte amb aliments cada dia. Després de netejar, la superfície ha de quedar ben seca i hem de desinfectar-la com a mínim un cop a la setmana.

Cal rentar les carns i el pollastre abans de cuinar

Aquest és un mite bastant estès. Les carns no s'han de rentar. Sembla que posar la carn sota d'un raig d'aigua fa que s'eliminin els bacteris. Això és fals. En realitat, rentar les carns pot suposar que, si hi ha microorganismes perillosos en la seva superfície, aquests s'estenguin per altres superfícies de la cuina, provocant una contaminació més gran. Per tant, la carn, de la safata a l'olla directament.

Si no fa pudor, es pot menjar

Això no és cert, perquè els patògens no fan olor ni tenen mal gust i són capaços de provocar-nos una malaltia amb baix nombre. Per això, és molt important tractar bé els aliments. És a dir, obrir l'envàs quan l'anem a consumir, deixar-lo a la nevera, no obrir la porta de la nevera un temps excessiu i mantenir-ho tot net. A més, cal controlar la data de caducitat i la de consum preferent. Si s'indica la data de consum preferent, el fabricant ens indica que a partir d'aquella data l'aliment pot perdre qualitat, però manté la seguretat. No obstant, si indica la data de caducitat, l'aliment no es pot consumir a partir d'aquella data, ja que hi ha risc de pèrdua de seguretat de l'aliment.

Alguns consells per a joves i adolescents

Dels diferents grups de població, són els joves i adolescents els que poden introduir canvis importants en els comportaments de les famílies. En aquest sentit, és important tenir en compte que l'element fonamental amb el menjar és la higiene. Per això, és fonamental rentar-se les mans amb aigua tèbia i sabó i eixugar-se bé al manipular aliments, cuinar i abans de menjar. La higiene bloqueja la transmissió dels microorganismes patògens.

Al mateix temps, un aliment industrialitzat és un aliment controlat. Per això, des del punt de vista de la seguretat dels aliments, és molt important considerar que els aliments que podem comprar en un supermercat són aliments sotmesos als controls establerts per la legislació vigent i, en conseqüència, amb un nivell de risc inferior al dels aliments crus i sense cuinar.

És molt important tenir en compte que l'element més important per a la seguretat dels aliments és la nevera. Per tant, hem de cuidar-la, no mantenir-la oberta durant massa temps i consumir primer els aliments més antics.

Finalment, és molt important consumir una dieta variada, amb inclusió d'aliments d'origen animal i vegetal, amb poca sal i sucre i exclouent el consum excessiu d'alcohol.

Bibliografia

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. Et preocupa el medi ambient? Canvia la teva alimentació

Ujué Fresán

Farmacèutica. Màster en Salut Pública i doctora en biomedicina. Investigadora postdoctoral en dietes sostenibles. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Natalia Egea

Dietista-nutricionista pediàtrica del Servei de Gastroenterologia, Hepatologia i Nutrició pediàtrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

María Dolores García

Dietista-nutricionista pediàtrica del Servei de Gastroenterologia, Hepatologia i Nutrició pediàtrica. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona.

El mes d'agost passat (2021) va portar alguna cosa més que les onades de calor cada vegada més freqüents: l'últim informe del Grup Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (o en anglès *Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), òrgan de les Nacions Unides encarregat d'avaluar la ciència relacionada amb el canvi climàtic. L'informe afirma de manera rotunda que:

1. No hi ha precedents d'un escalfament com el que estan experimentant l'atmosfera, els oceans i la terra en centenars o milers d'anys;
2. És inequívoca la influència humana en aquest escalfament;
3. El canvi climàtic ja està afectant totes les regions del món.

En altres paraules: el canvi climàtic és real, en som els responsables i no hi ha cap país que no estigui experimentant ja les seves conseqüències, inclòs el nostre.

Amb una evidència inqüestionable, fa una crida a reduir dràsticament i urgentment les nostres emissions de gasos d'efecte hivernacle, les responsables del canvi climàtic, si no volem que la temperatura del planeta augmenti més enllà del pacte de l'Acord de París. I, pel nostre propi bé, no volem.



El 24 % del total de les emissions provenen de l'agricultura, el maneig dels boscos i l'ús del sòl.

Amb aquestes conclusions el primer que hem de fer és conèixer quines activitats humanes són les principals responsables d'aquesta situació. Al cap i a la fi, si hem d'actuar, val més atacar primer les més contribuents. De totes aquestes emissions, gairebé el 35 % procedeixen de la producció de diferents tipus d'energia, el 21 % d'activitats industrials i el 15 % del sector del transport. Amb aquestes percentatges no és estrany l'èmfasi que se li està donant a les energies netes i renovables, i la promoció del transport sostenible. Però hi ha un altre sector del qual se'n parla menys, i la seva contribució és molt notòria: el sistema alimentari.

El 24 % del total de les emissions provenen de l'agricultura, la gestió dels boscos i l'ús del sòl. Un percentatge molt superior al de tots els transports junts, al qual tant èmfasi se li està donant. Però des que els aliments es produeixen fins que arriben fins als nostres plats passen per moltes etapes: es processen, s'envasen, es transporten, es comercialitzen, es cuinen... i en cadascuna d'aquestes etapes es van generant més emissions. Sense oblidar-nos, per descomptat, de les produïdes durant el postconsum; és a dir, durant la gestió d'aquests aliments que rebutgem sense ser consumits i tots els envasos utilitzats.



Considerant totes aquestes fases, el sistema alimentari és responsable d'un terç de les emissions de gasos amb efecte hivernacle! És més, estudis científics apunten que, encara que totes les emissions provinents de la combustió d'energies fòssils cessessin de manera immediata, amb les emissions derivades del sistema alimentari

actual seria impossible assolir l'objectiu de l'Acord de París si no s'incrementés més de 2, i a ser possible 1,5, graus centígrads la temperatura del planeta en relació a l'època preindustrial. En altres paraules, la mitigació del canvi climàtic passa ineludiblement per modificar la manera com produïm i consumim aliments.

I la cosa no queda aquí; l'impacte del sistema alimentari al nostre entorn va molt més enllà de la seva contribució al canvi climàtic. De tota la superfície terrestre del planeta, més del 40 % es destina a produir el nostre menjar o el menjar dels animals que després ens mengem. Per fer-nos una idea de la magnitud: tan sols l'1 % de tota aquesta superfície és ocupada per infraestructures, pobles i ciutats. L'extensió del sistema alimentari és quaranta vegades més gran que la de totes les poblacions juntes. Aquesta immensa expansió no s'ha aconseguit a canvi de res: desforestació, fragmentació d'hàbitats i ecosistemes i una gran pèrdua de biodiversitat. I no només a nivell terrestre. De totes les poblacions d'espècies marines destinades a consum humà, el 34 % estan sobreexplotades, i en el cas concret del mar Mediterrani, el percentatge és més del doble.

Moltes espècies de peixos com els taurons i les rajades, estan en perill d'extinció a conseqüència de pràctiques pesqueres poc respectuoses. I ja parlant de l'aigua cal esmentar que el sistema alimentari és el sector que utilitza més aigua (el 70 % de l'aigua dolça extreta és usada en agricultura), i a més és el principal responsable de la seva eutrofització (contaminació de l'aigua amb nitrats i fosfats), la qual cosa crea un sobrecreixement d'algues, i finalment deriva en zones mortes. Això és el que va passar fa uns quants mesos al Mar Menor, per a què te'n facis una idea del què estem parlant. Podríem continuar donant dades, però aquestes ja són suficients per captar la idea de l'alt preu que està pagant la naturalesa amb el sistema alimentari actual.

I les perspectives del futur, podríem dir que no són gaire favorables. Està previst que la població mundial s'incrementi en 3.000 milions de persones l'any 2050, passant de 7.000 milions que actualment som a 10.000 milions de persones; per això caldrà produir més quantitat de menjar per satisfer les necessitats de tots nosaltres. Però és que, a més, el desenvolupament econòmic i la urbanització està provocant que cada cop demanem productes que són més contaminants i que requereixen més recursos. La Terra té capacitat per alimentar 10.000 milions de persones, però no si seguim produint i consumint de la manera actual.

Les tres accions més efectives per aconseguir un sistema alimentari mediambientalment sostenible són:

- La implementació de millores en l'agricultura.
- Adopció de dietes saludables basades en plantes.
- I la reducció del malbaratament alimentari.



El sistema alimentari és responsable d'un terç de les emissions de gasos amb efecte hivernacle.

l'animal amb 2,3 kg, 3,3 kg i 6,4 kg d'aliment respectivament. I generar aquest aliment per als animals, òbviament, requereix recursos i genera contaminació. Sense oblidar-nos, per descomptat, dels fems dels animals, una font substancial d'òxid nítrós, un gas amb un potencial d'escalfament global 298 vegades superior al del diòxid de carboni (el famós CO₂). En el cas dels remugants, com la vedella i el xai, la gran quantitat de gasos d'efecte hivernacle generats no es deu només a aquests dos factors, sinó també al mateix mecanisme de digestió que caracteritza aquests animals. Durant la digestió, els remugants produeixen grans quantitats d'un gas anomenat metà, que té un potencial d'escalfament global molt superior al del CO₂.



Tot i això, comparar les emissions derivades dels aliments per quilo de producte no és del tot just. La principal funció dels aliments és nodrir-nos; aportar-nos energia i nutrients. Per tant, resulta més interessant comparar les emissions que es deriven de produir la mateixa quantitat de calories o d'un nutrient, com les proteïnes, des de diferents aliments. Però, fins i tot així, les dades s'inclinen a favor dels aliments vegetals. Produir la mateixa quantitat de calories a partir de qualsevol tipus de carn -pollastre, porc, xai o vedella- en comptes de des d'arròs, aliment vegetal amb més empremta de carboni per kg de producte, suposa entre 3 i 40 vegades més d'emissions de gasos d'efecte hivernacle. Fins i tot si posem com a exemple l'ou o la llet, aliments d'origen animal amb menys empremta de carboni, se seguirien emetent 3 i 1,5 vegades

més gasos d'efecte hivernacle, respectivament. En el cas de les proteïnes, passa una cosa semblant. Obtenir-les a partir de carn en comptes des de llegums, font proteïca vegetal per excel·lència al nostre entorn, genera entre 7 i 47 vegades més emissions de gasos amb efecte hivernacle, i en el cas de l'ou i la llet, 6 i 4 vegades més, respectivament. Es miri com es miri, la producció d'aliments d'origen animal és mediambientalment ineficient.

És cert que aquests valors són una mitjana, i que hi ha una variabilitat notable en les emissions d'un mateix producte en funció de com ha estat produït (la qual cosa confirma la necessitat que els productors produeixin d'una manera més respectuosa amb el medi ambient). Però fins i tot les emissions provinents dels aliments d'origen animal amb menys impacte en el medi ambient i produïts mitjançant les tècniques més respectuoses amb el medi, en general, són més contaminants que les alternatives d'origen vegetal. De fet, els estudis científics mostren que com més petita és la quantitat d'aliments d'origen animal a la nostra dieta, menor és la seva petjada de carboni.

Hem parlat només de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, però quan s'analitzen altres indicadors ambientals -com l'ús del sòl, l'ús de l'aigua o la contaminació- els resultats són molt similars.

La qüestió del peix és una mica peculiar, per la qual cosa mereix una secció pròpia, separada de la dels aliments terrestres. D'una banda, les diferents espècies tenen diferents característiques, tant d'alimentació (unes són carnívores mentre que altres són filtradores) com de forma de vida (unes són d'aigua salada i d'altres d'aigua dolça; en unes els individus viuen agregats en bancs mentre que en d'altres de manera més independent, unes viuen al fons marí i d'altres en aigües més superficials); d'altra banda, també hi ha diferents maneres d'obtenir-los: hi ha els peixos salvatges capturats (el que s'entén pròpiament com a pesca) i els de piscifactoria o aqüicultura (el que seria l'equivalent a granges de peixos). I dins de cadascun d'aquests sistemes, hi ha diferents tècniques: pesca d'arrossegament, cèrcol, palangre o xarxa d'emmalla-ment són algunes de les arts de pesca, mentre que l'aqüicultura pot ser continental, costanera o maricultura. Tota aquesta variabilitat fa que parlar de l'impacte ambiental del peix en general no sigui el més apropiat. Entrem en detalls.

La petjada de carboni de les diferents espècies salvatges capturades varia força de les unes a les altres. Algunes de les espècies més freqüentment consumides, com calamars, tonyina, salmó, bacallà o lluç, tenen una empremta de carboni per pes comestible similar a la del pollastre, aliment amb el menor impacte ambiental entre els diferents tipus de carn; en el cas dels peixos pelàgics petits que formen grans bancs -com sardina, areng o verat- fins i tot més baixa que la del pollastre. A l'extrem contrari trobem els peixos plans que no formen bancs i que es capturen amb tècniques d'arrossegament -com el llenguado- i els crustacis -com la llagosta i gamba- la petjada de carboni dels quals és notablement alta. Encara que a la pesca no té sentit



Els aliments que generen més emissions són tots ells d'origen animal.

parlar d'altres indicadors d'impacte ambiental com l'ús de terra, d'aigua o la seva eutrofització ja que la seva contribució és mínima, convé fer especial èmfasi en altres impactes ambientals derivats de la pesca: la sobrepesca i les captures incidentals. De fet, l'expressió "peix de fonts sostenibles" es refereix pròpiament a aquests tipus d'impacte.

S'entén que un peix prové d'una font sostenible quan es capturen tants peixos d'aquella població en concret com sigui possible per satisfer la demanda, però sense pescar-ne masses de tal manera que aquella població es pugui reproduir de manera adequada, renovant-se de manera contínua, i les generacions futures puguin continuar proveint-se'n. Actualment, el 34 % de les poblacions de peixos destinats a consum humà estan sobreexplotades. Això implica que capturem el peix a un ritme superior al que és capaç de reproduir-se, per la qual cosa la mida de la població és cada cop més petita. Per tant, convé evitar-ne el consum, i deixar que les poblacions es regenerin. Però l'impacte de la pesca va més enllà del seu efecte en les poblacions de peixos diana. Molts animals que es capturen (i per tant moren) no eren de l'espècie que es buscava, entre els quals hi ha mamífers marins, taurons, tortugues i gavines, així com espècies de peixos amb baix o cap valor de mercat. Encara que aquestes captures incidentals es produeixen pràcticament en totes les arts de pesca, la freqüència és notablement més gran en les no selectives, com ara xarxes de cercol i arrossegament. Aquesta última, a més, en funció de l'equip utilitzat i les característiques del fons marí, pot derivar en una gran degradació de l'ecosistema, ja que l'arrossegament de la xarxa pel llit marí destrueix al seu pas coralls i altres espècies que es troben al sediment. Amb tot això, per optar per espècies no sobreexplotades i per pràctiques respectuoses amb l'entorn, cal tenir en compte tant l'espècie de peix com la zona on ha estat pescada com l'art de pesca. No té sentit fer aquí una llista, ja que les recomanacions varien segons l'època de l'any i l'estat de les diferents poblacions. Però si és del teu interès, la fundació Fons Mundial per la Natura (WWF, de l'anglès *World Wide Fund for Nature*) ha creat una app i una guia que pots trobar a la seva pàgina web per al consum responsable de peix. Pot ser una eina útil per triar les opcions més respectuoses.

Per evitar tots aquests danys i poder satisfer la creixent demanda de peix, van sorgir les granges de peix o piscifactories, que, com passa amb les granges d'animals terrestres, també generen un impacte en el medi i requereixen recursos. En general, el peix d'aqüicultura té un impacte ambiental menor -tant en emissions de gasos d'efecte hivernacle, com en ús de terra, d'aigua i la seva eutrofització- que altres fonts proteiques d'origen animal; en alguns casos, com el salmó o la truita, o molt especialment els bivalves com el musclo, cloïssa, ostres o navalla, fins i tot menor que la carn de pollastre. No obstant això, hi ha excepcions, com els crustacis, l'impacte dels quals en el medi ambient és notablement alt. De qualsevol manera, com passa amb la pesca, l'aqüicultura pot incórrer en altres impactes ambientals més enllà d'aquests esmentats si no està ben gestionada, com la destrucció d'hàbi-



El 34 % de les poblacions de peixos destinats a consum humà estan sobreexplotades.

tats de gran valor ecològic, com els manglars; risc d'introducció accidental d'espècies invasores; ús de productes químics nocius, mal ús de medicaments veterinaris i resistència a antibiòtics; o producció poc eficient i insostenible de l'aliment per a les espècies carnívores criades, entre d'altres, segons reporta la FAO. Per això, també en els peixos d'aqüicultura, és important consumir els que provenen de piscifactories que utilitzen tècniques respectuoses amb el medi ambient.

Dietes saludables basades en plantes

Amb totes aquestes dades resulta evident perquè l'èmfasi actual en dietes basades en plantes. Substituir pa per patates, o bé plàtans per pomes, o fins i tot porc per pollastre, canviarà poc l'impacte ambiental de la nostra dieta. La gran reducció, com podem observar, ve per substituir les proteïnes d'origen animal per les d'origen vegetal, especialment les de remugants. Encara que portar una dieta basada en plantes no comporta necessàriament (llevat que es vulgui) l'eliminació total dels productes animals de la nostra dieta, sí que el seu consum ha de ser baix. Es parla que com a molt es consumeixin dos aliments d'origen animal al dia, un dels quals és un lacti i l'altre carn, peix o ous, limitant el consum de carn vermella com a molt una vegada a la setmana.. Amb aquestes xifres, valora tu mateix o tu mateixa si segueixes una dieta basada en plantes, respectuosa amb el medi ambient o no. Per descomptat, la població espanyola, amb un consum mitjà de 100 kg de carn per persona l'any, està lluny de seguir aquest tipus de patró dietètic.



La gran reducció de l'impacte ambiental ve per substituir les proteïnes d'origen animal per les d'origen vegetal, especialment les de remugants.





Al voltant del 30-40 % dels nens i nenes, i la meitat de la població adulta, pateix sobrepès o obesitat.

D'altra banda, la dieta actual no només afecta greument la salut del planeta, sinó també la nostra. La prevalença de malalties associades a dietes hipercalòriques i poc saludables, altes en carn i aliments altament processats, riques en sucres, sal i greixos, està augmentant, i ja hi ha dos mil milions de persones adultes amb sobrepès o obesitat i un nombre cada vegada més gran de persones diagnosticades amb diabetis tipus 2, malalties cardiovasculars, i altres patologies relacionades amb una dieta no saludable. I el que és més alarmant: la presència d'aquestes malalties en nens. Més de 38 milions de nens en tot el món ja pateixen obesitat. El nostre país no n'és una excepció. Gairebé el 14 % de la població espanyola més gran de divuit anys té diabetis tipus 2, cosa que equival a més de 5,3 milions de persones. La situació encara és més alarmant quan parlem de sobrepès: al voltant del 30-40 % dels nens i nenes, i la meitat de la població adulta pateix sobrepès o obesitat. Això suposa un alt cost, tant personal com econòmic, però que té la part positiva que es pot evitar, si més no en part, amb una correcta alimentació i estil de vida.

Adoptar una dieta basada en plantes rica en aliments poc processats pot ajudar a atacar els dos problemes alhora. Aquesta dieta es caracteritza per ser un patró:

- Nutricionalment equilibrat.
- Ric en verdures, fruites, cereals integrals, llegums i fruits secs.
- Amb un baix consum (si n'hi hagués) d'aliments d'origen animal com ara carns (especialment carns vermelles i processades), peix, i lactis.
- I molt limitat de productes amb un alt contingut de greixos, sucre i/o sal, com ara *snacks*, brioixeria i begudes ensucrades.
- Prioritzeu els olis insaturats sense refinar, com l'oli d'oliva verge, davant altres tipus de greixos,
- Així com el consum d'aigua en comptes d'un altre tipus de begudes, com ara refrescos.

Ja l'any 2019, l'Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPCAT) va publicar el document "*Petits canvis per menjar millor*", en què es proposa una sèrie de canvis per aconseguir un patró dietètic segons el que acabem de descriure. Tenint en compte l'alimentació que se segueix actualment i com hauria de ser, ens proposa:

- Augmentar el consum de vegetals (fruites, verdures, hortalisses, llegums i fruits secs).
- Reduir el consum de carn vermella i processada, sal, sucres i aliments ultraprocessats.
- Així com optar per cereals integrals (pa, pasta, arròs...) en comptes de la seva versió blanca o refinada, oli d'oliva verge i aigua com a beguda d'elecció.

En aquest document es donen consells per aconseguir portar una alimentació amb aquestes característiques. Pots fer-li una ullada si consideres que necessites idees per fer el pas cap a una dieta saludable i respectuosa amb el medi ambient. De qualsevol manera, seguidament us traslladem algunes de les propostes per incorporar els aliments que hem d'augmentar en la nostra dieta:

Fruites, verdures i hortalisses

Són aliments rics en vitamines, minerals, aigua, fibra i altres substàncies beneficioses, alhora que contenen molt poques calories i greixos. Incloure-les diàriament i en les quantitats recomanades (almenys cinc racions al dia) redueix el risc de patir malalties cardiovasculars, restrenyiment, obesitat i alguns tipus de càncer, entre d'altres.

Aquí algunes idees que et poden ajudar a augmentar-ne el consum:

- Tenir un bol de fruites fresques sempre a la vista, a la taula, al marbre de la cuina o a la nevera.
- Afegir fruites a les amanides (poma, taronja, raïm, síndria, etc.)
- Guardar fruita pelada i/o tallada en un recipient tancat a la nevera, per tenir-la a punt per menjar en qualsevol moment, o poder-la portar amb nosaltres i picar entre hores si estem fora de casa.
- Planificar els menús i la compra per garantir la presència d'hortalisses i fruita a cada àpat principal.
- Preparar sofregits, samfaines i preparacions d'hortalisses variades i congelar en recipients per poder-ne disposar en els moments amb menys temps.
- Incorporar les hortalisses al primer plat (per exemple, crema de carbasó o bròquil gratinat) així com d'acompanyament del segon plat (per exemple, llenties guisades amb verdures o pollastre guisat amb porro i pastanaga) o com a guarnició (per exemple, una petita amanida d'enciam o escalivada).

Llegums

A causa de la quantitat i qualitat de la proteïna que contenen, els llegums són per excel·lència les reines de la proteïna del regne vegetal. De fet, és l'aliment d'elecció per cobrir les necessitats proteïques si posem en pràctica la recomanació de disminuir el consum de carn. Combinats amb cereals integrals s'aconsegueix una proteïna completa, molt saludable i amb un impacte ambiental molt baix. I és que els llegums no només són font de proteïna, sinó també de molts altres nutrients, com ara fibra, vitamines, minerals com el ferro i calci, i antioxidants, amb demostrats beneficis per a la salut. De fet, es recomana consumir llegums, almenys, tres – quatre vegades a la setmana, i idealment diàriament.



Incloure fruites, verdures i hortalisses diàriament redueix el risc de patir malalties cardiovasculars, restrenyiment, obesitat i alguns tipus de càncer, entre d'altres.

Per afavorir-ne el seu consum et proposem:

- Cuinar una gran quantitat de llegums i congelar en bosses o recipients petits, o tenir pots de conserva, així sempre es disposarà de llegums a punt per consumir-los.
- Afegir-los a amanides, arròs, sopes o a les verdures.
- Triturar-los afegint-hi algun altre ingredient, i preparar-los tipus paté de llegums, com pot ser l'hummus, ideal per fer entrepans.

Per minimitzar la producció de flatulència o gasos indesitjables, i millorar l'absorció dels seus nutrients suggerim:

- Remullar durant unes 8-12 hores abans de cuinar.
- Fer coccions perllongades.
- Adaptar el nostre organisme a la fibra dels llegums progressivament, ja que es toleren millor si es van incorporant a poc a poc.
- Els processos de germinació i fermentació també et poden ajudar en aquest sentit.

Fruits secs

Són aliments amb gran valor nutricional per a la salut i efecte saciant, per contenir greixos de gran qualitat, proteïnes, vitamines i minerals, a més de substàncies fitoquímiques protectores. El seu consum es relaciona amb menys mortalitat i amb reduccions del risc de patir malaltia cardiovascular, alguns tipus de càncer, malalties respiratòries i diabetis. Es recomana incorporar-los diàriament, en quantitats petites (un grapat). Recorda que en nens petits s'han de prendre picats o en forma de crema, per tal d'evitar ennuegaments.

Presentem a continuació uns suggeriments per incorporar-los en el nostre dia a dia:

- Incloure sempre fruits secs (crus o torrats, no fregits, i sense sal) a la llista de la compra per assegurar-nos que sempre són presents a casa.
- Portar una carmanyola petita o una bosseta amb fruits secs per picar com a *snack* si estem fora de casa.
- Guardar-los en un lloc de la cuina o rebost que sigui visible i de fàcil accés.
- Optar per cremes de fruits secs 100 % (de cacauets, d'ametlles, d'avel·lanes...), crus o torrats, però sense sucres afegits, per preparar entrepans, untar amb el pa, etc.



Es recomana consumir llegums almenys 3 o 4 cops a la setmana, i idealment diàriament.

Si busques receptes delicioses per incorporar aquests aliments en el dia a dia, que puguin agradar tants a grans com a petits, no deixis de visitar la pàgina web de l'ASPCAT, Canal Salut, on hi ha una gran quantitat de receptes amb les que inspirar-te. Bon profit!

Reduir el malbaratament alimentari

Cada cop s'estan implementant més campanyes per reduir el malbaratament alimentari; també al nostre voltant. Amb la finalitat de conscienciar sobre el problema i habilitar algunes eines per promocionar la seva prevenció, la Generalitat de Catalunya va aprovar la "*Llei 3/2020, de l'11 de març, de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris*", en què s'obliga els restaurants a facilitar al client que es pugui emportar el menjar que no s'acabi en un envàs sense cost afegit, a més d'instar les empreses alimentàries a incentivar la venda de productes amb caducitat propera, i a les entitats socials que distribueixen aliments a conservar-los de manera òptima, entre d'altres iniciatives. I no és estrany la urgència que se li està brindant a aquest assumpte.

1300 milions de tones d'aliments cada any finalment, per a o per b, no són consumides. O el que és el mateix: un terç del menjar produït. Vivim en un món on 690 milions de persones passen gana, gairebé 2.000 milions no tenen accés regular a menjar segur, nutritiu i en quantitat suficient, i 3.000 milions no es poden costejar una alimentació saludable; 144 milions de nens menors de cinc anys pateixen retard en el creixement, 47 milions tenen un pes insuficient, i 340 milions pateixen deficiències en micronutrients. Amb aquestes dades, el malbaratament alimentari és, si més no, inacceptable. Però aquest malbaratament no és només una oportunitat perduda en la lluita per la seguretat alimentària i nutricional, sinó també per mitigar l'impacte ambiental i l'ús de recursos al llarg de tota la cadena alimentària.

S'estima que entre el 8-10 % de totes les emissions de gasos d'efecte hivernacle que es produeixen a nivell mundial són degudes a les pèrdues i el malbaratament alimentari. Per a que et facis una idea de la magnitud, aquest valor equival al 90 % del que emeten tots els transports junts. I és que, a més de les emissions generades per



Entre el 8-10 % de totes les emissions de gasos d'efecte hivernacle que es produeixen a nivell mundial són degudes a les pèrdues i al malbaratament alimentari.



produir els aliments, com abans hem esmentat, molts dels aliments que es rebutgen acaben als abocadors, on la seva descomposició produeix gasos, com el metà, l'elevat potencial d'escalfament global del qual ja ha estat prèviament ressenyat. D'altra banda, 1.400 milions d'hectàrees de cultiu, és a dir, el 30 % de la superfície agrícola mundial, es destinen cada any per produir els aliments que després són rebutjats, i uns 250.000 milions de m³ d'aigua (el que equival a cent milions de piscines olímpiques) són emprats anualment en el menjar desaprofitat. Per fer-nos una idea de la dimensió d'aquest problema posem el següent exemple: si tot el malbaratament alimentari fos un país, seria el tercer país del món amb més emissions de gasos d'efecte hivernacle, només darrere de la Xina i els Estats Units; el segon país del món amb una superfície més gran, només superat per Rússia, més gran fins i tot que països com Canadà, Estats Units, Xina, Brasil, o Austràlia; i el país que més aigua emprés en agricultura.

Encara que aquest malbaratament alimentari ocorre en totes les fases del sistema alimentari (pròpiament parlant, es parla de "pèrdues" quan té lloc abans que els aliments arribin als comerços, i "malbaratament" quan es produeix durant la comercialització i el consum, però aquí ens estem referint a totes dues coses), des de la producció agrícola fins al consum a casa nostra, no en totes es produeix de la mateixa manera. Segons la Unió Europea, dels 88 milions de tones que es desaprofitem anualment a la regió, la majoria (el 53 %) es produeix a les llars. Els consu-



Dels 88 milions de tones que es desaprofitem anualment a la UE, la majoria es produeix a les llars.



Com a societat, tots i cadascun de nosaltres podem aportar el nostre granet de sorra amb petits canvis en la nostra rutina per fer front al malbaratament alimentari.

midors espanyols llencem la destacable xifra de 77 kg de menjar per persona cada any. D'altra banda, la magnitud de l'impacte ambiental tampoc no és la mateixa en totes les fases. Quan es descarten aliments durant la producció agrícola, l'impacte ambiental correspon "només" al de la producció; tanmateix, quan els descarten els consumidors, s'acumula a l'impacte generat durant la producció el derivat de la resta d'etapes per les quals passa l'aliment fins a arribar a nosaltres (processament, transport, comercialització...). Altes taxes de malbaratament al costat d'un major impacte ambiental de cada aliment desaprofitat ens posen els consumidors com a elements fonamentals en aquesta lluita.

Com a societat, hem de prendre consciència de l'existència del problema i la repercussió que pot tenir en múltiples nivells, no només econòmic, sinó també social i ambiental. I és que tots i cadascun de nosaltres podem aportar el nostre granet de sorra amb petits canvis en la nostra rutina diària per intentar millorar aquesta situació.

A continuació presentem algunes maneres de lluitar contra el malbaratament des de les nostres llars:

- **Triar fruites i hortalisses d'aspecte imperfecte:** no hauríem de jutjar els aliments per la seva aparença. Sovint es llencen a les escombraries, tant a les llars com a les botigues, fruites i hortalisses magolades o amb formes estranyes perquè incompleixen unes normes cosmètiques arbitràries. En realitat, és una qüestió merament estètica, ja que el sabor i la qualitat nutricional són els mateixos. De la mateixa manera, es pot utilitzar la fruita massa madura per preparar batuts i postres, per exemple.



- **Organitzar i planificar els menús i menjars** per a la setmana o per a festes puntuals, donant prioritat a receptes on es facin servir els aliments que ja tenim a casa.
- **Fer una bona llista de la compra**, que permetrà adquirir només aquells aliments que necessitem, tenint en compte el nombre de comensals, sense proveir-nos de més quantitat o varietat d'aliments que, moltes vegades, acabaran per no consumir-se.
- **Consumir els aliments en funció de la data de caducitat o de consum preferent.** En aquest sentit, és important conèixer les diferències entre ambdós conceptes:
 - **Data de caducitat:** la data a partir de la qual la ingesta d'un aliment pot comportar un perill microbiològic immediat per a la salut humana, d'acord amb la normativa de seguretat alimentària. Superada aquesta data, no s'ha de consumir. Es mostra en aliments ràpidament peribles com a carns o peixos frescos.
 - **Data de consum preferent:** la data fins a la qual un aliment conserva la màxima qualitat de les seves propietats organolèptiques (sabor, textura, color...). No implica que, passada aquesta data, l'aliment no sigui apte per al consum, especialment si s'ha conservat seguint les indicacions del fabricant. Si no hi ha cap indicatiu que indiqui el contrari, l'aliment es pot consumir perfectament una vegada superada aquesta data. Exemples d'aquesta data de consum preferent la trobem en conserves o iogurts, entre molts altres aliments.

Per assegurar que donem sortida primer als aliments amb data de caducitat o de consum preferent més recent, pot ser útil col·locar els aliments acabats de comprar a la part posterior del rebost o la nevera, avançant aquells més antics i que, per tant, s'hauran de preparar i consumir abans. Quant a la congelació d'aliments o preparacions, cal seguir aquest mateix esquema comentat, a més d'etiquetar-los correctament amb el nom de l'aliment o la preparació i la data de congelació.

- **Cuinar la quantitat estrictament necessària.** Amb una correcta planificació, serà fàcil saber quina quantitat hem de preparar de cada plat, prevenint així, que sobri menjar. A més, també és important adequar les racions a la sensació de gana i sacietat de cadascú.

De vegades, per molt bona planificació que tinguem, poden sorgir imprevistos que ens portaran a menjar o preparacions sobrants a casa. En aquests casos, hem de tenir en compte diversos aspectes:

- **Assegurar una conservació correcta**, mitjançant recipients hermètics a la nevera o congelador, depenent de la data en què ho anem a preparar o consumir.
- **Planificar opcions per incorporar aquests aliments** o preparacions als àpats dels dies següents com, per exemple, al proper dinar o sopar.
- **Abans de cuinar alguna cosa nova, acabar aquells aliments ja preparats**, per evitar que es desaprofitin i/o s'acumulin més preparacions a les nostres neveres.
- **Promocionar la cuina d'aprofitament**, aquella tan típica dels nostres avis, en què no es malgastava res, que ara recordem amb nostàlgia. Algunes idees podrien ser: fer "hamburgueses" amb les sobres de llegums i verdures, croquetes i canelons casolans, sopa d'all, cremes de verdures, truites de verdures, etc.
- **Menjars fora de casa:** és possible sol·licitar portar-nos a casa allò que no hàgim acabat del nostre plat. No obstant això, és important tenir en compte que abans d'arribar a aquest punt, és recomanable demanar, des d'un inici, allò que sapiguem que consumirem (tenint en compte la nostra sensació de gana).

És possible que, malgrat totes aquestes mesures, hi hagi aliments que finalment hàgim de descartar. És molt important que es faci als contenidors destinats a tal efecte, el de restes orgàniques; el contenidor marró. Amb aquest gest estaràs contribuint no només a la lluita contra el canvi climàtic (ja s'ha esmentat més amunt la gran contribució del malbaratament alimentari en l'escalfament global quan les restes acaben als abocadors), sinó també evitaràs la contaminació del subsòl i aqüífers causada per la filtració de líquids produïts per aquests residus quan s'acumulen als abocadors. A més, en dipositar les restes al contenidor marró contribueix a donar-los una nova vida; seran transformats en compost, o bé es produirà energia (biogàs) amb ells. Un doble benefici, evitar el seu impacte ambiental i donar-los un nou ús, amb un simple gest.

Però tingues sempre present que aquesta ha de ser l'última de les teves opcions. Aplica la regla de les 3 Rs:

- **Redueix:** compra de manera responsable.
- **Reutilitza:** aprofita les sobres.
- **Recicla:** diposita les restes al contenidor per donar-los una nova vida.

Com a conclusió

Seguir una alimentació d'acord amb les nostres necessitats energètiques, rica en verdures, fruites, llegums, cereals integrals i fruits secs, amb baix consum (si és que es vol incloure) de productes d'origen animal, principalment carns vermelles, processades, i lactis, així com productes altament processats rics en sucres, greixos i sal, alhora que reduïm el malbaratament alimentari, resulta essencial. Això és així perquè un patró dietètic com aquest aportaria beneficis tant per al medi ambient com per a la nostra salut, alhora que permetria que les generacions futures disposessin de recursos suficients per satisfer les seves pròpies necessitats. Recorda: aconseguir un futur sostenible també és a les teves mans, o, millor dit, al teu plat.



Bibliografia

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 Catalunya*, 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](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 on Climate 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 Waste 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., Scherhauser, 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](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

11. Quin paper tenen les grans companyies del sector alimentari per adaptar-se als nous reptes de sostenibilitat?

Isabel Pérez

Dietista-nutricionista, tecnòleg alimentari, experta en comunicació. Responsable Nutrició i Salut. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.

Antoni Torres

Dietista-nutricionista i economista. Responsable Nutrició i Sostenibilitat. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.

Alícia Palmero

Assistant Sostenibilitat. Àrea d'Afers Corporatius, Secretaria General. Danone Iberia.

El sector de l'alimentació és en el punt de mira. Cal que la construcció d'un sistema alimentari actual inclogui el nombre més gran d'actors possibles per sumar esforços i assolir objectius comuns. L'agenda global climàtica i social és exigent i la indústria alimentària pot tenir un paper clau en la transformació del model de producció, consum i aprofitament dels aliments.

Les empreses més grans del planeta i del sector de l'alimentació se sumen al compromís de l'agenda climàtica que demana responsabilitat, esforç i transparència. Cada cop són més els actors que innoven i busquen models alternatius i que abandonen dietes flexitarianes i planetàries per cobrir les noves demandes i hàbits de consum. Les empreses del sistema alimentari s'entrellacen amb infinitat de diferents grups d'interès, afecten i són afectats per indústries i actors socials diferents; per tant, la cooperació i els projectes conjunts són crucials per avançar en els reptes de l'alimentació global. Aquesta interrelació dona al sector la particularitat de ser potencialment beneficiós i amenaçador, tant en les comunitats



Cada cop són més les companyies més grans del planeta i del sector de l'alimentació que se sumen al compromís de l'agenda climàtica.

locals com a nivell global. Les empreses properes a la societat han de treballar en la redefinició d'un sistema productiu i de consum sostenible i impulsar l'educació en els hàbits d'alimentació saludables i sostenibles.

Hi ha un repte evident; està previst que la població mundial augmenti considerablement, cosa que a la pràctica suposarà que calgui incrementar com a mínim un 70 % l'abastiment d'aliments el 2050. Apostar pels productes de proximitat, l'agricultura regenerativa, la protecció dels ecosistemes o la lluita contra el malbaratament alimentari, són alguns dels reptes que ja s'aborden per consolidar aquesta transformació. Les empreses capdavanteres del sector tenen drets i deures i la responsabilitat de liderar la transformació cap a un model més sostenible i d'advertir de les conseqüències i l'impacte que té l'alimentació.

En el context actual és clau per al sector agroalimentari accelerar els seus compromisos cap a la descarbonització. Les emissions de CO₂ d'una empresa o producte són tan sols un indicador de la petjada que deixem en el planeta. És important tenir una visió holística de tots els impactes: petjada de carboni, petjada hídrica, impacte visual, desenvolupament social, governança... No n'hi ha prou amb reduir els residus i les emissions, la biodiversitat ha d'estar protegida també al llarg de tota la cadena de valor de l'empresa. A més, les empreses arrelades al sector primari han de reconèixer el valor de l'origen dels aliments que ens envolten en el dia a dia, tenir una relació estreta amb allò que comprem, mengem, bevem... i valorar i protegir les persones que vetllen el nostre entorn natural perquè sigui possible fer accessible els aliments a la població.

L'esforç per contribuir al compliment de l'agenda climàtica al sector de l'alimentació també es basa en les persones. És clau involucrar els nens i els joves en aquesta transformació perquè cap dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) no deixa d'enfocar-se cap al futur. A més, hi ha una gran oportunitat per a les empreses que recau en aprofitar la legitimitat d'organitzacions expertes per avançar en el camí cap a la descarbonització. Les sinergies són més legítimes com més siguin les organitzacions i institucions que s'uneixen amb un propòsit comú. Així doncs, les organitzacions que acompanyen i construeixen futur ho han de fer de la millor manera possible. Les generacions més joves són consumidors avui i ho seran demà i en depèn l'èxit de les organitzacions. El ciutadà exigeix responsabilitats i es mostra més conscient que pot ser part del canvi.

Companyies del sector alimentari amb un propòsit ferm mostren aquest avenç en la transició cap a un sistema alimentari més saludable, sostenible i sobretot inclusiu. Un sistema alimentari que no deixi ningú enrere, que sigui respectuós amb l'entorn i eficient en l'ús de recursos. En aquesta línia, els compromisos de les empreses han de ser fermes, tant nutricionalment com mediambientalment. L'objectiu és proveir aliments de qualitat nutricional amb un menor impacte ambiental que puguin ser inclosos en el dia a dia de totes aquelles persones que persegueixin amb la seva alimentació, no només el manteniment de la pròpia salut, sinó també el foment d'una millor salut planetària.



Les companyies B Corp són empreses els productes, serveis i activitat diària de les quals generen un impacte positiu al planeta complint amb alts estàndards verificats d'acompliment social i ambiental, transparència pública i responsabilitat legal.

Les companyies B Corp són empreses els productes, serveis i activitat diària de les quals generen un impacte positiu al planeta complint amb alts estàndards verificats d'exercici social i ambiental, transparència pública i responsabilitat legal. En l'àmbit alimentari, Danone va ser la primera companyia alimentària que va obtenir aquesta certificació a Espanya. Actualment, aquesta companyia dona resposta a un patró d'alimentació saludable flexitarià. La companyia ha marcat una fita amb la reformulació del seu portfoli dirigit al públic infantil per complir els criteris establerts al model de perfils nutricionals de l'Organització Mundial de la Salut, en què s'indiquen restriccions en nutrients crítics com el sucre i les greixos. Danone ha incorporat a la seva oferta de derivats lactis de consum diari de reconegut valor nutricional com són el iogurt i les llets fermentades, nous productes de base vegetal que necessiten fins a quatre vegades menys recursos hídrics per ser produïts, emeten fins a 2,5 vegades menys gasos d'efecte hivernacle, i alliberen una proporció més que significativa de terreny, esdevenint productes nutricionalment complets i mediambientalment més eficients.

També la companyia impulsa programes de transformació del model agroramader a Espanya per capacitar petites i mitjanes explotacions en els fonaments bàsics per avançar cap a un model competitiu i sostenible i promou, amb iniciatives com Alimentando el Cambio, aliances centrades en l'educació i capacitació de les noves generacions per portar una alimentació més saludable i sostenible. Altres companyies alimentàries que han obtingut la certificació B Corp són Veritas, Grup Consorci o Robing Good.



Un altre repte ja esmentat al qual també s'enfronta la indústria és a la pèrdua i el malbaratament d'aliments. Els sistemes alimentaris representen més d'un terç de les emissions de gasos d'efecte hivernacle globals i, com s'ha esmentat anteriorment, cada any, un terç del menjar que es produeix al món es desaprofita, suposant una gran oportunitat per trobar un model d'alimentació just.

Un model de negoci inspirador ha estat el de Too Good To Go, una aplicació basada en l'economia col·laborativa que, a través de la seva app, el consumidor pot salvar aliments a punt de desaprofitar-se. Too Good To Go ha establert una aliança d'empreses Waste Warriors compromeses amb aquest propòsit de reduir la quantitat d'aliments desaprofitats.

El menjar és el reflex de com funciona la nostra societat: a través d'una poma serem capaços d'entendre com és el seu entorn d'origen, com viuen les comunitats rurals, què ens aporta la poma i perquè triem una poma i no una pera. Que les empreses capdavanteres del sistema alimentari ja estiguin treballant per encaixar en un futur canviant, contribuirà a més companyies arrelades a valors locals, diverses, plurals i transparents. L'alimentació, per ser sostenible, ha de ser responsable, respectuosa amb els cicles naturals i sobretot, justa. Hem de tornar a aprendre a menjar responsablement i conscientment. Perquè cada vegada que mengem i bevem, triem el món on volem viure.

Aquest capítol ha comptat amb la col·laboració de Grupo Danone, companyia que forma part del moviment B Corp.



Bibliografia

1. Alpro Life Cycle Analysis studies (2019) *Sustainability 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. Les ciutats i la salut infantil

Mark Nieuwenhuijsen

Professor investigador. Director de la Iniciativa de Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut, i cap del Programa de Contaminació Atmosfèrica i Entorn Urbà. Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal).

Mònica Ubalde

Investigadora Postdoctoral. Iniciativa de Planificació Urbana, Medi Ambient i Salut. Programa de Contaminació Atmosfèrica i Entorn Urbà. Institut de Salut Global (ISGlobal).

Actualment, la majoria de les persones i nens viuen en ciutats, però, en moltes d'elles, una planificació del sòl i el transport urbans que dista molt de ser òptima comporta la contaminació d'aire, soroll, l'efecte illa de calor i la manca de zones verdes, la qual cosa és perjudicial per a la salut. Millores en la planificació i transport urbans com el pas del trànsit motoritzat privat al transport públic i actiu o el reverdiment de les ciutats redundaran en una millor qualitat mediambiental urbana per als nens i milloraran, per tant, la seva salut, benestar i interaccions socials.

Introducció

Avui en dia, les tres quartes parts de la població europea viuen en ciutats i el procés d'urbanització continua, impulsat pel creixement econòmic i les oportunitats laborals. Les ciutats són centres d'innovació i creació de riquesa, però també focus de contaminació ambiental (per exemple, contaminació de l'aire, soroll) i malalties (Nieuwenhuijsen, 2016). A més, sovint falten zones verdes i molts ciutadans no fan prou exercici. D'altra banda, cada vegada hi ha més desigualtats en l'accés a la infraestructura pública i els serveis de salut, així com en les repercussions de la contaminació, la degradació ambiental i el canvi climàtic. Aquestes desigualtats tenen implicacions intergeneracionals i els nens són especialment vulnerables a les conseqüències de la degradació ambiental. S'espera que els efectes dels canvis mediambientals a nivell mundial exacerbïn les vulnerabilitats i desigualtats actuals, inclosos el gènere, les discapacitats, l'etnicitat i les diferències econòmiques.



Les ciutats són centres d'innovació i de creació de riquesa, però també focus de contaminació ambiental i malalties.



Hi ha una relació directa entre el disseny urbà, i com afecta això l'exposició ambiental i factors relacionats amb l'estil de vida i, per tant, la morbiditat i la mortalitat.

Els nens són una població especialment vulnerable a les ciutats perquè encara s'estan desenvolupant en el pla físic, social i emocional. La contaminació de l'aire, el soroll, les temperatures extremes i la manca de zones verdes i activitat física s'han associat a asma infantil, retards en el desenvolupament cognitiu, problemes psicològics i obesitat infantil (Gascon *et al.*, 2016). Un estudi recent estima que cada any hi ha a Europa 200.000 nous casos d'asma infantil deguts a la contaminació de l'aire (Khreis *et al.*, 2019). Un de cada sis nens té un retard maduratiu i en la majoria dels casos aquest retard afecta el sistema nerviós. L'obesitat infantil ha augmentat dràsticament en dècades recents i en alguns països europeus arriba a nivells de fins a un 40 % de nens amb sobrepès i/o obesitat. Les dades sobre les repercussions en la salut de les intervencions en la planificació de terra i el transport urbans encara són limitats, especialment en nens, i s'han centrat sobretot en el transport escolar i la remodelació de parcs i espais de joc, i principalment als Estats Units (Audrey i Batista, 2015, Ruiz-Hermosa *et al.*, 2019).

Des del punt de vista de la salut i de la planificació de sòl i el transport urbans, el desenvolupament urbanístic actual no ha estat un gran encert. Moltes ciutats segueixen dues formes urbanes dominants: 1) estan densament poblades, amb grans estructures de formigó com les torres de pisos i infraestructura vial per al trànsit motoritzat (per exemple, Shenzhen) o 2) tenen poca densitat de població, amb molta dispersió i una infraestructura viària extensa (per exemple, Atlanta, Los Angeles o Melbourne). Les dues deixen bastant a desitjar pel que fa a la sostenibilitat, l'habitabilitat i la salut, sobretot la segona, atès que, per exemple, hi ha molta distància entre les destinacions, poc ús mixt del sòl i poc transport públic. Per descomptat, també hi ha moltes ciutats que combinen les dues formes. Finalment, el ràpid procés d'urbanització sovint ha redundat en un creixement descontrolat amb una mínima atenció a les seves repercussions en relació a la salut pública a part de les malalties contagioses.

Un dels factors que resulta evident en qualsevol ciutat és l'abundància de cotxes que ha provocat alts nivells de contaminació de l'aire i soroll, emissions de CO₂, l'efecte illa de calor i falta d'activitat física i zones verdes a les cuidades (Khreis *et al.*, 2016, Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). En moltes d'elles, l'espai públic està en gran mesura reservat al trànsit motoritzat (per exemple, el 60 % en una ciutat com Barcelona), encara que en moltes ciutats no sigui el mitjà de transport predominant (per exemple, el 25 % en un lloc com Barcelona). Els cotxes, estiguin circulant o aparcats (de mitjana, passen aparcats el 96 % del temps), utilitzen un espai que avui en dia és perjudicial per a la salut per la contaminació de l'aire, el soroll, etc., quan podria utilitzar-se per promoure la salut si, per exemple, fos una zona verda (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2016, 2016b). A vegades, fa la impressió que les ciutats estan projectades per als cotxes més que per a les persones, quan necessitem ciutats per a les persones.

Hi ha clars indicis que hi ha una relació directa entre el disseny urbà, com es desplacen les persones, i com afecta això a l'exposició ambiental i a factors relacionats amb l'estil de vida i, per tant, a la morbiditat i mortalitat (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). En una ciutat dissenyada amb i per a grans inversions en infraestructura destinada a l'automòbil, hi haurà moltes persones que l'utilitzin. Això ocasionarà, per exemple, alts nivells de contaminació de l'aire, soroll i estrès, l'efecte illa de calor, una manca d'activitat física, contactes socials i zones verdes, i un augment, per exemple, de la morbiditat cardiovascular i respiratòria, el deteriorament cognitiu i el càncer i, per tant, de la mortalitat prematura (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018). D'altra banda, en una ciutat amb i per a inversions en infraestructura destinada a mitjans de transport actiu com la bicicleta, hi haurà més persones que la utilitzin. Això ocasionarà, per exemple, nivells més baixos de contaminació de l'aire, soroll i estrès, un menor efecte illa de calor, més activitat física, contactes socials i zones verdes i una disminució, per exemple, de la morbiditat cardiovascular i respiratòria, un millor funcionament cognitiu i menys càncer i, per tant, menys mortalitat prematura (Nieuwenhuijsen, 2016, Nieuwenhuijsen, 2018).

En aquest capítol descrivim la relació entre exposició ambiental i salut infantil a les ciutats i proposem maneres d'introduir millores en la planificació del sòl i el transport urbans que redueixin l'exposició a la contaminació.



Exposició ambiental urbana i salut infantil

Una sèrie d'exhaustius estudis recents han avaluat i matisat la relació entre exposició ambiental (contaminació de l'aire, soroll, zones verdes, temperatura) i les seves conseqüències per a la salut infantil (desenvolupament fetal i neuronal, desenvolupament infantil i salut respiratòria i cardiometabòlica) (Foraster *et al.*, 2021, Gascon *et al.*, 2016, Vrijheid *et al.*, 2016). Les dades de què disposem en l'actualitat es resumeixen a la taula 2.

Contaminació de l'aire

Els nens són especialment vulnerables a l'exposició ambiental perquè encara s'estan desenvolupant. Així mateix, a causa de les seves diferències fisiològiques (per exemple, alta freqüència respiratòria) i conductuals (per exemple, molta activitat física), poden rebre dosis més altes de contaminants de l'aire que els adults. Les exposicions altes i durant poc temps poden tenir efectes especialment importants sobre la salut dels nens. A nivell mundial, el 93 % dels nens respiren aire que no compleix els criteris de qualitat fixats per l'OMS, la qual cosa suposa 600.000 morts infantils prematures cada any. A la ciutat de Barcelona, per exemple, s'ha vist que gairebé el 50 % dels casos d'asma infantil es deuen a la contaminació de l'aire (Pierangeli, 2020).

No hi ha cap etapa de la vida, òrgan o sistema del cos que no es vegi afectat per la contaminació ambiental; no obstant això, l'etapa prenatal i la primera infància són les etapes de la vida més vulnerables a aquesta exposició a l'aire tòxic, ja que perjudica el desenvolupament cerebral i la salut respiratòria i augmenta el risc de desenvolupar malalties cròniques en el futur. Per exemple, un estudi recent realitzat a Alemanya a 915 nens i nenes d'entre sis i quinze anys va concloure que l'exposició a nivells alts de contaminació de l'aire durant la infància pot afectar el desenvolupament de la funció pulmonar fins a l'adolescència (Zhao *et al.*, 2020).

Les ciutats continuen sent zones on l'aire està molt contaminat. A Europa, el 84 i 9 % de la població urbana està exposada a nivells de PM_{2.5} i NO₂ superiors als marcats per l'OMS (Khomenko *et al.*, 2021), respectivament. Però ni tan sols aquests valors orientatius protegeixen la salut del tot, ja que, segons dades recents, no hi ha cap nivell de contaminació de l'aire que no comporti riscos.

Els contaminants de l'aire que més preocupen a les ciutats són la PM_{2.5} i el NO₂. Les principals fonts de PM_{2.5} a les ciutats inclouen el trànsit, la crema local de combustibles per a la calefacció domèstica, la combustió industrial i la crema de fusta i carbó. La principal font de NO₂ són les emissions dels automòbils, sobretot dels motors de gasoil (com més vells, més contaminen). Els nivells de NO₂ són general-



Les ciutats continuen sent zones on l'aire està molt contaminat.

ment més alts en les ciutats pel seu major volum de trànsit i solen estar relacionats amb com estan dissenyades.

Els nivells de contaminació de l'aire a Europa s'han anat reduint en els últims vint anys, però no amb la rapidesa necessària (EEA, 2020). Els nivells de contaminació de l'aire actuals segueixen causant malalties i morts.

Hi ha clars indicis que la contaminació de l'aire pot provocar parts prematurs i reduir el pes en néixer, causar asma infantil i disminuir la funció pulmonar. També afecta al sistema immunitari. Hi ha nous indicis que té un efecte perjudicial sobre el desenvolupament cognitiu infantil i que pot contribuir al sobrepès i a l'obesitat.

Soroll

Les ciutats tendeixen a ser bastant sorolloses i hi ha dades que indiquen que el soroll afecta el desenvolupament cognitiu infantil. També pot reduir el pes al néixer i contribuir a la sobrecàrrega i a l'obesitat, però les dades són menys clares en aquest terreny.

Zones verdes

Moltes ciutats no tenen zones verdes. Les ciutats més verdes amb una quantitat suficient de parcs accessibles i arbres als carrers poden contribuir positivament a la salut dels seus habitants. Redueixen la contaminació de l'aire, el soroll i l'efecte illa de calor. Més zones verdes es tradueix en un augment del pes al néixer i una millora del funcionament cognitiu i la salut mental dels nens. Hi ha dades que indiquen que redueix el sobrepès i l'obesitat. La relació entre les zones verdes i les malalties respiratòries és dispar, ja que alguns estudis indiquen que són beneficioses, mentre que altres mostren que són perjudicials. Sembla ser que depèn del tipus de vegetació present.

Temperatura

Al centre de les ciutats tendeix a fer més calor (4 -5 °C més en alguns casos) que a les zones circumdants, el que s'anomena efecte illa de calor. Això es deu a les zones edificades i carreteres i a la manca de zones verdes. Hi ha noves dades que indiquen que les temperatures altes poden desencadenar parts prematurs, reduïxen el pes al néixer i poden afectar la salut respiratòria dels infants.



Les ciutats més verdes amb una quantitat suficient de parcs accessibles i arbres als carrers poden contribuir positivament a la salut dels seus habitants.

Taula 2. Les dades sobre l'exposoma urbà i salut infantil. Font: elaboració pròpia.

	Desenvolupament fetal	Desenvolupament neuronal / conductes	Salut respiratòria i immunitària	Desenvolupament infantil i obesitat
Contaminació de l'aire exterior (PM _{2.5} i NO ₂)	+++	++	+++	+
Soroll (tràfic)	+	+	0	+
Zones verdes	+	+	+	+
Temperatures (calor extrema)	+	0	+	0

+++ = Dades molt indicatives d'una associació basada en resultats congruents de múltiples estudis i metaanàlisi.

++ = Dades moderadament indicatives d'una associació basada en múltiples estudis, però amb algunes incongruències.

+ = Dades insuficients / incongruents. Indicis d'una associació basada únicament en pocs estudis o amb incongruències importants.

0 = Cap dada o molt pocs estudis.



Com que tots els nens d'una ciutat van a l'escola, si intervenim a les escoles, brindem a tots ells la possibilitat de rebre'n els beneficis.

Entorns escolars i transport escolar segurs i saludables: beneficis per a la salut infantil

Atès que els nens passen una proporció considerable del dia a les aules i patis escolars, els entorns escolars figuren entre els espais urbans més crucials per garantir la seva salut, benestar i aprenentatge efectiu (Silvers *et al.*, 1994; Dorizas *et al.*, 2013) i gestionar les seves conductes, entre d'altres habilitats. Garantir la qualitat de l'aire en l'entorn escolar és important per al benefici dels nens i la salut pública.

Verd i blau en l'entorn escolar

Els espais públics com els entorns escolars són una oportunitat per recuperar la connexió amb la natura duent a terme intervencions verdes (vegetació) i blaves (aigua) per afavorir la salut de manera equitativa, abastant diferents nivells socioeconòmics en els barris i mitigant els efectes de la «gentrificació verda». Com tots els nens d'una ciutat van a l'escola, si intervenim en les escoles, brindem a tots ells la possibilitat de rebre'n els beneficis.

Aprofitar els patis i edificis de les escoles públiques, també amb poques zones verdes, com a esfera d'actuació per a plantar més arbres, crear murs verds que generin ombres i augmentar la presència de l'aigua (fonts, zones de joc amb aigua) és una bona estratègia per combatre la calor, els efectes del canvi climàtic i la contaminació de l'aire de manera equitativa. Aquestes adaptacions influiran positivament tant en la cohesió social com en la salut i benestar físic i mental dels nens i de la resta de ciutadans que fan possible l'accés a aquestes zones.



La capacitat de les zones verdes per disminuir la temperatura està àmpliament demostrada. La generació d'ombres, l'evapotranspiració (emissió de vapor d'aigua a l'atmosfera) i la microrregulació del moviment de les masses d'aire i de l'intercanvi de calor figuren entre els mecanismes mitjançant els quals la vegetació podria regular la temperatura (Bowler *et al.*, 2010).

La vegetació pot contribuir a un entorn escolar reparador que doni suport al funcionament cognitiu i afectiu infantil. Per treure partit de l'aire lliure, les escoles han de donar als nens accés al medi natural i als professors que els ajudin a desenvolupar una relació amb la natura. Diversos estudis han demostrat que el verd urbà és beneficiós per a la salut mental i cardiovascular, així com per al desenvolupament neurològic dels nens. Tot i així, encara es necessiten estudis científics per avaluar els efectes sobre la salut de les intervencions amb vegetació i sobretot amb aigua i les adaptacions d'edificis situats en espais públics com les escoles.

La majoria d'estudis amb nens s'han centrat en els beneficis que aporta la quantitat d'elements verds en l'entorn exterior de l'escola (Chawla *et al.*, 2015) pel que fa a augmentar els nivells d'activitat física, el joc imaginatiu i el desenvolupament de relacions positives, com a lloc d'aprenentatge, restitució de l'atenció, millora general de la salut (Shanahan *et al.*, 2019), millor rendiment, benestar psicològic i reducció de l'estrès (Wu *et al.*, 2014; Kelz *et al.*, 2017). Les dades científiques demostren que el contacte amb entorns naturals estimula la creativitat i influeix en el desenvolupament cognitiu infantil (Dadvand *et al.*, 2015; Bowler *et al.*, 2010). De fet, tan sols veure vegetació des de l'interior de l'aula aporta beneficis en el pla cognitiu i en la recuperació de l'estrès i la fatiga mental (Li *et al.*, 2016).

Transformar les zones de joc en petits espais naturals de biodiversitat també millora considerablement el sistema immunitari infantil en molt poc temps, ja que els nens d'un estudi recent (realitzat a Finlàndia) havien desenvolupat major diversitat de microbis protectors (microbiota) a la pell i l'intestí que aquells els espais de joc dels quals no estaven naturalitzats (Roslund *et al.*, 2020). A més, la vegetació als patis i els entorns escolars en general pot aportar beneficis tan importants com la reducció de la contaminació acústica i la temperatura, l'estalvi energètic, la millora de la biodiversitat i un valor estètic (Abhijith *et al.*, 2017).

Pel que fa als espais blaus, tot i que les dades científiques sobre la seva relació amb els possibles beneficis per a la salut encara són limitats i inconcloents (Gascon *et al.*, 2015; Triguero-Mas *et al.*, 2015), alguns estudis demostren que són beneficiosos per a la salut general i mental, la sensació de recuperació (Alcock *et al.*, 2015; Wheeler *et al.*, 2012; White *et al.*, 2013), el benestar i l'estat d'ànim (Vert *et al.*, 2020). Passar temps prop de l'aigua afavoreix l'activitat física reduint la incidència de diabetis i altres malalties associades amb l'obesitat (Pearson *et al.*, 2017).

Davant el vertiginós augment de les temperatures a causa del canvi climàtic, les ciutats han posat en marxa diferents estratègies amb estructures d'aigua per refrescar els espais urbans: llacs artificials, més fonts d'aigua potable, fonts en els banys que ruixin aigua i zones d'entreteniment o joc aquàtic sense profunditat (*splashpads*). S'ha demostrat que aquestes últimes contribueixen a generar un canvi en els hàbits de joc dels nens i la comunitat, al crear un entorn nou, inclusiu, estimulant i segur a l'abast de tots en el qual refrescar-se durant les èpoques més caloroses. Les fonts i altres dissenys aquàtics són una estratègia eficaç per generar microclimes en zones d'una mida relativament menor com els patis escolars per fer front a les onades de calor cada vegada més freqüents.

Desplaçaments a l'escola

El model de planificació urbana i transport, centrat en la construcció en altura i en cedir espai públic al vehicle privat motoritzat, ha limitat l'autonomia dels desplaçaments dels nens a l'escola. Els efectes generats en l'entorn més habitual per a ells, l'escolar, necessiten visibilitzar-se i estan relacionats amb com l'ús de l'espai públic i la qualitat de l'aire afecten la seva salut i desenvolupament físic i cerebral, així com a la maduració d'habilitats psicològiques i d'aprenentatge bàsiques.

El mitjà de transport utilitzat depèn en part de la distància a l'escola, però també d'altres factors com la seguretat (percebuda) i el mitjà de transport i temps de què disposen els pares. Per desgràcia, això ha provocat que molts nens vagin a l'escola amb cotxe. Això no només es tradueix en una manca d'activitat física, que els nens podrien fer si anessin a l'escola en transport actiu o públic, sinó en nivells més elevats de contaminació de l'aire i soroll al voltant de les escoles, la qual cosa és perjudicial per a la salut infantil.

D'una banda, l'augment dels desplaçaments a l'escola en vehicle privat comporta una falta d'activitat física i una major prevalença de l'obesitat i el sobrepès. L'obesitat infantil està relacionada amb altres símptomes i malalties cròniques com l'asma, la diabetis tipus 2, apnees del son o problemes cardiovasculars o ossis, i augmenta el risc de patir baixa autoestima, depressió i aïllament social. El desplaçament actiu a les escoles i l'activitat física al barri de residència s'haurien d'incloure en l'exercici diari mínim necessari per reduir el sedentarisme que està directament associat amb el sobrepès infantil. D'altra banda, a part de suposar que menys nens van caminant, desplaçar-se a l'escola en transport privat genera més trànsit, més embussos a l'entrada de les escoles al deixar i recollir els nens, i un entorn escolar menys segur, amb més soroll i pitjor qualitat de l'aire.

Moltes ciutats estan projectant i posant en marxa iniciatives per millorar la seguretat i la qualitat de l'aire dels entorns escolars com, per exemple, *School Streets* a Londres (SSUK, 2020) i *Protegim les escoles* a Barcelona (PEB, 2020). En la dècada de 2020 assistirem a un desplaçament a l'escola més actiu i les zones que envolten els centres escolars es protegiran, el que es traduirà en nens més sans i intel·ligents. Un dels desafiaments serà integrar les seves perspectives i suggeriments per tal de desenvolupar millors instruments per dissenyar ciutats més intuïtives i amables (Ergler, 2021).

Canvis necessaris en la planificació del sòl i el transport urbans

Moltes ciutats ja han adoptat mesures per millorar la qualitat ambiental i reduir els seus efectes sobre la salut. Moltes han intentat que hi hagi menys trànsit de cotxes i més volum de transport públic i actiu, així com augmentar les zones verdes plantant, per exemple, arbres. La pandèmia de COVID-19 ha accelerat aquesta tendència en certa mesura.

Durant la pandèmia de COVID-19, les ciutats han començat a expulsar els cotxes i fins i tot més, han dedicat més espai al transport actiu i han augmentat els seus carrils bici i índex de ciclistes (Weis, 2020; Vandy, 2020). Durant els confinaments, al voltant del 90 % dels conductors de cotxes no van trobar gens a faltar els seus desplaçaments a la feina o alguns aspectes relacionats, mentre que al voltant del 90 % dels ciclistes van trobar molt a faltar aquests desplaçaments o alguns aspectes d'ells (Rubin *et al.*, 2020). I els nivells de contaminació de l'aire i soroll es van reduir considerablement (Copernicus, 2020). Això últim demostra que els canvis són possibles.

És hora de replantejar-nos els nostres models urbans. Al segle XX, les ciutats semblaven estar dissenyades per als cotxes, però, al segle XXI, hauríem de proposar-nos crear ciutats per a les persones, inclosos els nens. Les nostres ciutats haurien de ser intel·ligents, sostenibles, habitables, equitatives i saludables, aplicar solucions basades en la naturalesa, tenir una economia circular i promoure la mobilitat activa i les zones verdes. I estar adaptades als nens. Però com?



Al segle XX, les ciutats semblaven estar dissenyades per als cotxes, però, al segle XXI, ens hauríem de proposar crear ciutats per a les persones, inclosos els nens.

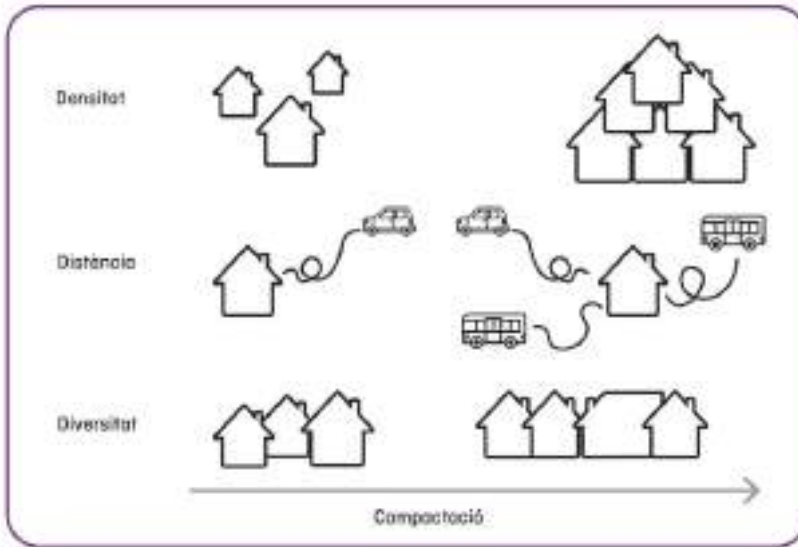
Nous models urbans

En diverses ciutats s'estan implantant conceptes urbans nous que aborden en certa mesura aquests problemes, entre ells, la ciutat compacta, les superilles, la ciutat dels quinze minuts, la ciutat sense cotxes o una combinació d'elles. Quins són alguns dels possibles efectes?

La ciutat compacta

Les ciutats compactes són aquelles amb major densitat de població, desplaçaments més curts i més diversitat. Comparades amb les ciutats disperses, tenen menys emissions de CO₂ i són més saludables perquè permeten un major ús mixt del sòl i desplaçaments més curts i saludables. Fer les ciutats un 30 % més compactes podria evitar anualment al voltant de quatre-cents - vuit-cents anys de vida ajustats per discapacitat per cada 100.000 persones, depenent del tipus de ciutat (Stevenson *et al.*, 2016, Wikipedia, 2020).

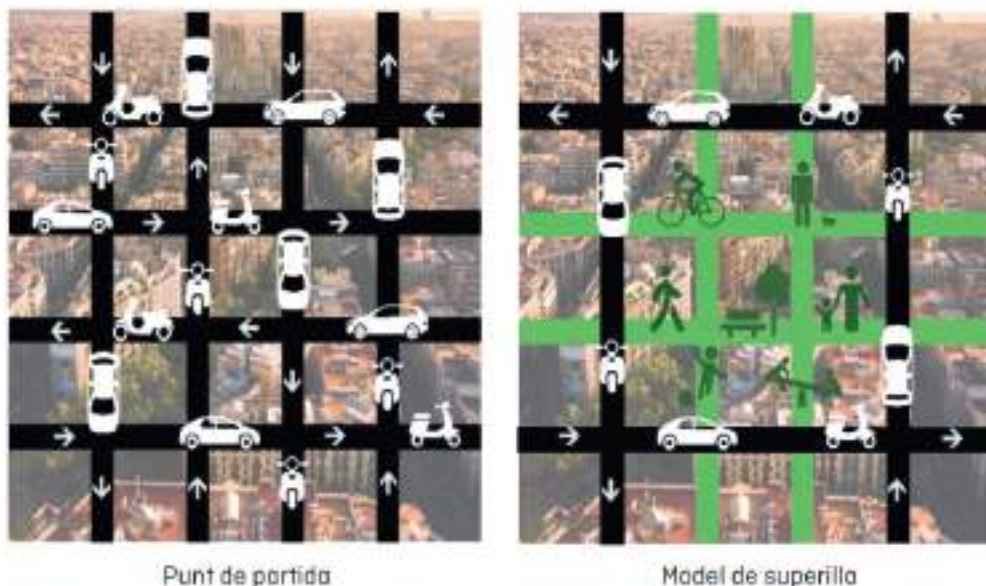
Figura 20. Il·lustració dels termes densitat, distància i diversitat aplicats al model de ciutats compactes. Font: modificat de Stevenson et al 2016.



Superilles

A Barcelona hi ha projectades més de cinc-centes superilles, l'objectiu de les quals és reduir el trànsit motoritzat en alguns carrers d'una illa urbana i deixar espai per als vianants, el transport actiu i les zones verdes. Disminuiran els nivells de contaminació de l'aire i soroll, així com l'efecte illa de calor, i augmentaran les zones verdes i l'activitat física, el que podria evitar gairebé set-centes morts prematures cada any a Barcelona (Mueller *et al.*, 2020). Els mateixos principis són vàlids per als barris amb poc trànsit (LLS, 2020).

Figura 21. Superilla, Barcelona. Font: *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 ciutat dels quinze minuts

París està implementant *La ciutat dels quinze minuts*, on no caldrà desplaçar-se més de quinze minuts a peu per accedir a la feina, l'escola, l'oci i altres activitats (Moreno, 2019; Sisson, 2020). La ciutat dels quinze minuts requerirà un replantejament bastant radical de les nostres ciutats i barrejar grups de població diferents en comptes de la distribució actual per estatus socioeconòmic i, per tant, té més probabilitats de reduir les desigualtats. També disminuirà la necessitat de desplaçar-se a grans distàncies i, amb això, les emissions de CO₂ i els nivells de contaminació de l'aire i soroll.



Vauban, Friburg, Alemanya.

Tot i que, fins ara, la majoria de les avaluacions d'aquests models urbans s'han centrat en la població adulta, poden esperar-se beneficis similars o fins i tot més grans en el cas dels nens.

Principis comuns

El que aquests nous models urbans tenen en comú és que inverteixen la piràmide de la planificació del transport, on la prioritat que es donava al cotxe passa a atorgar-se al transport públic, anar a peu i desplaçar-se en bicicleta.

Figura 23. Piràmide d'una òptima planificació del transport. Font: elaboració pròpia.



Augmentar la xarxa de carrils bici i, amb això, l'índex de ciclistes és una manera de reduir el trànsit motoritzat i les emissions de CO₂ i d'augmentar la mobilitat activa i, per tant, la seguretat, l'activitat física i la salut dels nens. Això els brindarà la possibilitat d'incorporar l'exercici a la seva vida diària, per exemple, en els seus desplaçaments diaris a l'escola. S'ha avançat molt en la creació de carrils bici, però aquests només compleixen la seva funció si són segurs i formen part d'una xarxa.



Ciutat ideal par al ciclisme, Utrecht.

També tenen en comú, fins a cert punt, l'accés a zones verdes, el que és important, per exemple, per a la salut mental i el funcionament cognitiu dels nens (Gascon *et al.*, 2015; Mygind *et al.*, 2021). No només fan falta nous projectes urbans com parcs, sinó també més verd als carrers. Hem d'aixecar l'asfalt i plantar més arbres, el que reduirà l'efecte illa de calor i contribuirà a la captura de CO₂ i a una millor salut (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2017a).



Seül, abans i després.

Enfocaments sistèmics i holístics: polítiques i inversions

Les ciutats són sistemes complexos i, per fer front als seus reptes, ens calen enfocaments sistèmics i holístics que tinguin en compte molts factors i bucles de retroalimentació diferents i abordin de manera simultània la sostenibilitat (és a dir, la crisi climàtica), l'habitabilitat, la salut i la igualtat. Massa sovint trobem sectors en les ciutats que no col·laboren entre si, el que impedeix posar en marxa aquests enfocaments que aborden múltiples problemes. Necessitem enfocaments en els quals participi una pluralitat d'actors i disciplines, inclosos els que s'ocupen dels nens com el sector educatiu (Nieuwenhuijsen, 2020).

Un dels grans desafiaments a què s'enfronten moltes ciutats és una legislació obsoleta, per exemple, lleis d'urbanisme que impedeixen l'ús mixt del sòl, el que és essencial per a la mobilitat activa i beneficis per a la salut (Nieuwenhuijsen, 2018). Qualsevol nova llei, també en el cas de nous projectes d'urbanisme, hauria de tenir en compte els aspectes de la planificació urbanística que milloren la salut, el que sovint no passa (Mueller *et al.*, 2020). A més, caldria utilitzar les avaluacions dels efectes sobre la salut per a valorar quins són els escenaris urbanístics més saludables (Nieuwenhuijsen *et al.*, 2017b).



Un dels grans desafiaments a què s'enfronten moltes ciutats és una legislació obsoleta.

Recentment, l'Organització Mundial de la Salut va publicar un manifest a favor d'una recuperació saludable de la COVID-19, el que inclou construir ciutats saludables i habitables (OMS, 2020). Aquestes idees necessiten suport i inversions. El Pacte Verd Europeu pot ser una oportunitat. És un full de ruta complet que aspira a augmentar la sostenibilitat i l'eficiència de la UE en l'ús dels recursos i una gran oportunitat perquè les ciutats aconseguixin la neutralitat en emissions de carboni i siguin més habitables i saludables gràcies a una millor planificació del sòl i el transport urbans (Comissió Europea, 2020).

Aprofitem aquesta oportunitat per fer de les nostres ciutats un lloc millor per als nostres fills.

Com a conclusió

Avui dia, la majoria de les persones i nens viuen en ciutats, però, en moltes d'elles, una planificació del sòl i el transport urbans que dista molt de ser òptima comporta la contaminació d'aire, soroll, l'efecte illa de calor i la falta de zones verdes, la qual cosa és perjudicial per a la salut. Millores en la planificació i transport urbans com el pas del trànsit motoritzat privat al transport públic i actiu o el reverdiment de les ciutats redundaran en una millor qualitat mediambiental urbana per als nens i milloraran, per tant, la seva salut, benestar i interaccions socials.

Bibliografia

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/>.



Millores en la planificació i el transport urbans de les ciutats redundaran en una millor qualitat mediambiental urbana per als infants i milloraran, per tant, la seva salut i benestar.

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 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., Forn, 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., Forn, 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](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., Flensburg-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. *Organización 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., ... Sojininen, L. (2020). Biodiversity intervention enhances immune regulation and health-associated 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 Amsterdam*. <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., Davvand, P., Cirach, M., Martínez, D., Medina, A., Mompert, 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. Contacte amb la natura i salut de la infància i adolescència

Juan Antonio Ortega-García

Pediatre Mediambiental i coordinador del Comitè de Salut Mediambiental de l'Associació Espanyola de Pediatria.

Estefania Aguilar-Ros

Pediatra Mediambiental, Unitat de Salut Mediambiental Pediàtrica (PEHSU-Múrcia). Environment and Human Health Lab. Hospital Clínic Universitari Virgen de la Arrixaca Múrcia.

Francisco Díaz

Ambientòleg i investigador en el Projecte Ecosistemes Saludables, Neurodesenvolupament Saludable. Pla Nacional de Drogues. Regió de Múrcia.

Ferran Campillo

Pediatre. Unitat de Salut Mediambiental Pediàtrica. Hospital d'Olot. Girona.

Rebecca Ramis

Investigadora en epidemiologia ambiental i del càncer. Institut de Salut Carlos III. Madrid.

És un fet: una ràpida desconexió

Durant la major part evolutiva de l'*Homo sapiens*, la humanitat ha estat incrustada en el medi natural. La connexió humana amb la natura es manifesta des del moment en què naixem. Les dones i homes que van poder navegar els mars, que van poder olorar la pluja, trobar les plantes, perseguir els animals, reconèixer i interpretar els cels segurs i els núvols, sense cap dubte van gaudir d'alguns avantatges en la qualitat de vida.

Els avenços tecnològics i industrials de les últimes dècades han aconseguit una indiscutible millora mundial dels indicadors de salut, la disminució de la mortalitat infantil i el control de nombroses malalties. Tot això es tradueix en increments progressius del benestar i l'esperança de vida. Aquests beneficis han vingut



La infància i l'adolescència d'avui disposen de menys temps per jugar a l'aire lliure que els seus pares i mares quan eren menors d'edat.

acompanyats d'uns 'efectes col·laterals' com la pèrdua de biodiversitat, deteriorament i contaminació dels ecosistemes, que han provocat a més un increment de les malalties cròniques i mediambientals. Com a espècie ens hem anat desconectant poc a poc del món que ens sustenta.

La infància i l'adolescència d'avui disposen de menys temps per jugar a l'aire lliure que els seus pares i mares quan eren menors d'edat. Sobrecarregats per les tasques de l'escola i les activitats extraescolars, es desplacen en automòbil, reparteixen el seu temps lliure entre les consoles i els centres comercials. Els nens i nenes espanyols de quatre a dotze anys passen gairebé mil hores anuals de mitjana davant el televisor, l'ordinador o els jocs electrònics. Fins a finals dels vuitanta, jugar significava "jugar a l'aire lliure". Avui en dia, el significat ha canviat molt, tendim a imaginar-nos a un jove sol, assegut a l'habitació, davant d'una pantalla. Els nens i adolescents passen més de vint hores al dia en espais tancats.

El 2021, els joves poden tenir 4.000 o més seguidors a Instagram, però amb freqüència cap per jugar al parc o al camp de futbol. La manca de contacte directe amb persones, animals, plantes i paisatges es substitueix per una oferta creixent de realitat virtual, per un mercat que intenta simular la natura. La naturalesa s'ha convertit en un bé de consum, una atracció turística, sembla una mica més abstracte que real. La senzillesa del món natural, que se'ns presenta humil i de forma gratuïta, resulta pobra per a la nostra societat de l'opulència.



Els nens i adolescents passen més de vint hores al dia en espais tancats i presenten un dèficit de contacte amb la natura.

El 2015, el 74 % de població de la Unió Europea (UE) i el 80 % de la d'Amèrica Llatina i el Carib vivien en ciutats, i el 20 - 21 % en suburbis, amb més pobresa, violència i menor quantitat d'espais verds. La majoria dels joves actuals, amb prou feines ha tingut experiències en el camp; mai han construït cabanes, ni han fabricat colònies amb pètals de roses... Els joves passen cada vegada més temps en espais tancats i amb dèficit de contacte amb la natura. Dades de famílies de nens amb malalties cròniques d'Espanya: només d'un a dos de cada quatre nens/es juga diàriament a l'aire lliure en contacte amb la natura. En la generació dels seus pares i mares eren tres de cada quatre. El 20 % de la infància i adolescència amb prou feines surt algun cop al mes a jugar a l'aire lliure. El 85 % utilitza l'ordinador cada dia, només el 10 % visita el parc urbà diàriament. Alguns dels riscos i problemes de salut derivats de la manca de contacte amb la natura assoleixen xifres epidèmiques en la infància i adolescència.



Som natura

Estar allunyats de la natura ens allunya més de nosaltres mateixos. No obstant això, la natura no està fora de nosaltres, som participants de ple dret de la natura compartint obligacions mútues i interrelacionant-nos amb altres formes de vida.

L'artificiosa separació de la humanitat de la resta d'éssers vius del planeta Terra i els seus components abiòtics (un capvespre o a trenc d'alba, una vista muntanyosa...) ha dificultat la incorporació del contacte amb la natura com a element substancial per a la salut de les persones i del planeta Terra. Ens agradi o no, la teoria social de la malaltia s'ha mantingut al marge i s'ha resistit a incorporar la dimensió mediambiental o la deixa en un reducte perifèric trossejat en un artifici de separació entre estils de vida, condicions de vida, riscos ambientals, laborals... Aquesta resistència no ha estat una història pacífica. La desconsideració pel medi ambient ha fet que la naturalesa hagi estat considerada durant dècades com un magatzem de recursos. El sacrifici dels ecosistemes i de la naturalesa, de fet, ha estat justificat en pro de l'avanç social. El model de salut actual centrat en la preponderància de la humanitat sobre la resta de la natura ha contribuït a mantenir separades les polítiques de salut i de medi ambient.

Som víctimes del nostre temps, i és ara, amb la profunda transformació que hem fet de la natura per la qualcosa ens aturem a pensar sobre la forma, els seus límits i els seus efectes sobre la nostra salut o benestar. Prenem consciència que aquest domini de l'ésser humà sobre el planeta és il·lusori. Ara som coneixedors de la nostra capacitat per canviar el clima, de la nostra responsabilitat per posar en marxa la sisena extinció d'espècies. Ens hem convertit en actors transformadors a nivell planetari, i al mateix temps prenem consciència de la nostra insignificança. Som criatures la salut de la qual depèn d'una multitud de fenòmens que molts d'ells escapen al nostre control. Per exemple, huracans, inundacions, terratrèmols i nous virus: agents potencialment mortals dels que no sempre podem defensar-nos. El món està ferit per l'activitat humana. I encara que no siguem molt conscients sentim una profunda aflicció o pena per la nostra desconexió de la natura. Això ho notem especialment quan estem immersos en entorns desbordats, contaminats i exhaurits de la naturalesa. Una sensació de 'despertar' ens recorre el cos i la ment, i comencem a anhelar aquest món que habita dins de cada un de nosaltres, difícil de definir però que entenem com a 'més natural'.

Som natura, però mantenir el dualisme humanitat - natura se sustenta en una especial responsabilitat com a espècie que tenim enfront de la resta: la nostra essència racional i percepció d'autoconsciència.

Són molts els ingredients actius en la natura que generen salut, molts d'ells encara per conèixer i comprendre. Establir una relació de tendresa amb la natura permetrà establir una hibridació social i natural més recombinant i enriquidora. La nostra vida distreta i plena d'ocupacions i preocupacions, ens manté insensibles, estressats i sumits en la malaltia del temps (aquesta sensació constant que se'ns escapa i no tenim suficient). Però quan comencem a connectar amb la natura, és inevitable que aquesta aflicció o dolor aflorin. És l'autoconsciència, i la millor esperança que serem capaços de reconnectar l'espècie de *Homo Sapiens* amb la resta dels éssers vius del planeta. El concebre la natura com un magatzem de recursos per al consum de la salut converteix les accions sanitàries en actes d'explotació. No només som receptors, també som donadors. L'estat de benestar s'aconsegueix quan practiquem amb reciprocitat el donar i rebre a la natura. La natura retribueix la tendresa i bondat que rep. Fins i tot modela els gens que hem rebut, permetent que funcionin o no. Aquesta hibridació amb la natura permet que desenvolupem el màxim potencial o ens quedem a mig camí. Són múltiples els beneficis que ens aporta estar a la natura. Caminem cap a un nou model de salut, ara ja planetària en què la història social i natural de la humanitat ja és la mateixa. Superada la teoria social de la malaltia, ara els determinants d'aquest nou model de salut descrits en el llibre *Llamando a la Tierra* apareixen resumits en la següent figura.



Són molts els ingredients actius a la natura que generen salut, molts encara per conèixer i comprendre.

Figura 24. Model espiral dels determinants de la salut planetària. Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra...* Una aproximació al model de la Salut Mediambiental. Cartagena, Espanya, Editorial Ecología y Salud 4.



‘Humanització’ de la Terra: *deixalles*

La Terra està progressivament desnaturalitzant-se, mitjançant l’acció contaminant de l’*Homo sapiens*, podent afirmar paradoxalment, que l’estem ‘humanitzant’.

La cultura de les escombraries

Genera la *deixalles*. Utilitzar i llençar. Els efectes dels residus antropogènics tenen una distribució planetària. Des del Pol Nord a l’Antàrtida i des de l’Himàlaia a la profunditat de la fossa de les Mariannes som capaços de detectar residus de l’activitat humana. El segell de la humanitat actual al planeta Terra pel qual ens identificaran en el futur és per la ingent quantitat i varietat d’escombraries generades. Aquesta cultura de desnaturalització i alineació dels individus i comunitats està a la base d’amenaques socio-naturalis de gran importància en la nostra societat que genera les ‘altres escombraries’ per als joves: drogues legals i il·legals, pobresa i injustícia ambiental.

Drogues legals i il·legals

Especialment per exposicions tòxiques durant l'embaràs i l'etapa infantojuvenil. Un enfocament mediambiental de les drogues és necessari i situa els determinants de la salut planetària, que uneixen història natural i social de la natura al centre per fer canvis. Investigacions mostren com l'ambient construït, el nombre de bars, la major o menor presència de zones verdes i característiques del veïnat són factors independents i associats al control del consum d'alcohol en dones embarassades i en els joves. Les experiències de contacte amb la natura s'han fet servir amb bons resultats per a gestionar l'abstinència a alcohol i altres drogues. Aquest enfocament integratiu basat en allò que és natural o cap a la naturalesa situa l'exposició a drogues com un senyal intermig d'alguna cosa que està passant més global. Les agències sanitàries i programes de salut mental en els últims anys han anat acostant-se poc a poc cap a la natura i la salut mediambiental.

Les dones embarassades de la UE i d'Amèrica Llatina i del Carib consumeixen alcohol entre un 25 % i un 11 %, respectivament, aconseguint el 70 % en algunes regions del mediterrani espanyol. El consum d'alcohol, tabac, cocaïna o cànnabis segueix creixent en dones embarassades i adolescents, en diferents regions del planeta.

Programes de reconexió amb la natura durant l'embaràs i infància com *Boscos per a la salut*, *Un bebè, un arbre*, contribueixen a millorar els estils de vida, prevenir el consum de drogues a través de la connexió amb la natura. Les experiències de *#ForestforHealth* s'han expandit a Múrcia, Olot, Astúries, Zamora, Argentina, Mèxic, Xile... Aprèn a implantar un *Bosc per a la salut* al teu municipi, àrea de salut o barri. <http://pehsu.org/wp/?p=1854>



La pobresa genera entorns més contaminats i insalubres a les llars, a les feines i als barris, generant hàbits familiars menys saludables.

Pobresa i injustícia ambiental

La pobresa t'allunya de la natura i constitueix el major tòxic per a la salut planetària. La pobresa genera entorns més contaminats i insalubres a les llars, en les ocupacions parentals i en barris, generant hàbits familiars menys saludables. Aquests entorns provoquen treball i explotació sexual infantil i adopcions clandestines. La injustícia ambiental i la pobresa incrementen els moviments migratoris actuals en tots els continents. La inseguretat, violència i els conflictes frenen el desenvolupament i benestar en zones d'Europa, Amèrica, Àfrica, Àsia i Oceania.

Sovint la pobresa s'hereta. No és fàcil sortir de la pobresa abordant de forma aïllada els determinants socials clàssics de la salut. Els avenços en la disminució de la pobresa humana en moltes àrees del planeta s'han mostrat com miratges transitoris

i han estat a càrrec d'una pèrdua de biodiversitat, deteriorament i empobriment dels ecosistemes. La suposada riquesa del món de l'ésser humà contrasta amb la pobresa de la resta d'éssers vius del planeta. La pobresa en aquest sentit esdevé planetària. En aquest moment de la història, prenem consciència, que per resoldre la pobresa són necessàries polítiques que uneixin la història natural i social de la natura. Són els models de la salut planetària.



Definició de contacte amb la naturalesa

La complexitat del concepte dificulta establir una única definició de contacte amb la natura. Les formes de connexió amb la resta de la natura són diverses, i poden tenir lloc tant en l'entorn urbà o construït com en el món natural. A la ciutat o en els pobles. Abasta també variacions en una dimensió espacial i temporal. Es refereix al contacte amb els animals, les plantes i immersions en entorns verds o blaus incloent elements abiòtics (paisatge de l'alba o la visió d'una illa o muntanyes...). No hi ha una única definició i varia amb els tipus d'estudis realitzats i les experiències de les persones. A continuació es llisten alguns exemples d'experiències de contacte amb la natura:

1. Jugar en un carrer de vianants amb arbres.
2. Passejar o jugar en un parc urbà.
3. Activitats per la platja o al costat del mar.
4. Activitats en espais naturals com muntanyes, boscos, platges...
5. Activitats de jardineria, activitats marines, campaments d'estiu, excursions a entorns naturals.
6. Jugar o passejar amb els animals.
7. Senderisme i activitats esportives en espais naturals.
8. Plantar plantes en testos.
9. Vistes a través de la finestra d'entorns o paisatges naturals.

Magnitud, freqüència, durada i període de l'exposició

Mesurar l'exposició (dosi) ens permetrà explorar una relació causal entre el contacte amb la natura i l'efecte observat. I en l'etapa infantil i juvenil el període d'exposició també sembla important. De la mateixa manera que hi ha uns períodes crítics al llarg del desenvolupament fetal i infantil i juvenil on l'exposició a tòxics mediambientals genera determinats efectes deleteris en la salut, hi ha uns períodes del desenvolupament durant els quals el contacte i respecte amb la natura omple necessitats importants per a un adequat desenvolupament i completa maduració.

S'han proposat nombroses formes de mesurar el contacte amb la natura. Les agrupem en comunitàries o individuals.



Nens i nenes haurien de passar almenys una o dues hores diàries en l'entorn verd o blau natural o urbà més proper per satisfer les necessitats de salut òptimes.

Comunitàries o espacials

Entre les mesures comunitàries destaquen les que fan servir les imatges per satèl·lit per mesurar la densitat de fotosíntesi de les biomasses i poder quantificar les superfícies 'verdes'. També mesurant la distància de la llar a un parc o zona verda i usant indicadors geoespacials. Els usos de la terra també permeten classificar i crear capes d'anàlisi espacial. Les hipòtesis que contrasten aquests estudis es basen en el fet que la major densitat de zones verdes o blaves i la proximitat a les mateixes són indicadors de major contacte amb la natura. La mobilitat de les persones és una limitació important. La incorporació de sensors personals contribuirà a millorar i optimitzar els resultats d'aquests estudis. Altres limitacions són la dificultat per caracteritzar la dosi i les diferents experiències sensorials que suposa el contacte amb la Natura.

Individuals

Tot i que poden variar entre comunitats i individus, les necessitats de contacte amb la natura, la infància hauria de passar almenys una o dues hores diàries en l'entorn verd o blau natural o urbà més proper per satisfer les necessitats de salut òptimes. Els efectes beneficiosos es noten des de petites dosis de dues hores a la setmana. El contacte amb la natura resulta fonamental en els primers anys de vida, i com més precoç s'iniciï els beneficis seran majors. De manera global, almenys una hora de contacte diari amb la natura ens sembla el mínim per satisfer les necessitats per a un desenvolupament saludable. Si no arriba a aquesta dosi considerem que té un dèficit de contacte. Hi ha una dosi de natura de 3-30-300: poder veure tres arbres des de la finestra de casa teva, tenir un 30 % de zona verda al teu barri i que estiguin a menys de tres-cents metres de casa teva.

Cronicitat, metainflamació i fisiologia de la connexió

Els mecanismes fisiològics per explicar els efectes en la salut humana de la connexió amb la natura són encara poc coneguts. L'efecte en la salut sembla aconseguir-se a través de múltiples i inespecífiques vies. En la major part de l'existència humana l'adaptació dels seus sistemes i teixits s'ha assentat en el contacte amb substàncies antiinflamatòries naturals o neutres. Durant milers d'anys hem evolucionat en contacte amb els elements d'una natura que han provocat una resposta immunitària escassa, mentre que les substàncies antropogèniques d'introducció més recent estan provocant una resposta immunitària de baix grau que no suposa una amenaça vital immediata, però pot "cronificar-se" si es manté l'exposició.

Els inductors proinflamatoris i antiinflamatoris mantenen relació amb canvis importants en l'evolució de l'ésser humà. El fet que les malalties cròniques hagin aconseguit notorietat en les últimes dècades, assenyalen la globalització de la desconexió de la natura com a 'causa de les causes'. Els mecanismes fisiopatològics proposats i relacionats entre contacte amb la natura i metainflamació es resumeixen en: efectes en la neuroendocrinologia de l'estrès i atenció, variacions en la resposta del sistema immune (estímul d'un 'microbioma' propi dels espais naturals o augment de la immunitat humoral i cel·lular en relació amb l'exposició a substàncies naturals -fitoncides-), canvis en el nivell d'activitat física, connectivitat social, i en la qualitat i composició de l'aire.

Encara que cada un d'aquests mecanismes per separat provoquen per si sols un impacte i s'han associat a l'aparició de les malalties cròniques del món modern, els avenços científics mostren l'efecte combinat d'un 'model de sistemes' amb



Els mecanismes fisiològics per explicar els efectes en la salut humana de la connexió amb la naturalesa són encara poc coneguts.

complexes interaccions en l'espai i al llarg del temps. La majoria de les malalties cròniques comparteixen molts factors de risc i de protecció sent probable que siguin una expressió local en un òrgan o sistema com canaris a la mina de la malaltia de l'antropocè, l'origen de la qual està en la desconexió de l'espècie humana del món que el sustenta. D'aquesta manera la contaminació dels ecosistemes i la pèrdua de biodiversitat també serien expressions d'aquesta desconexió amb la natura.

És un fet que, la metainflamació, a diferència de la inflamació clàssica, provoca una resposta de baix grau, persistent, amb una resposta sistèmica i s'associa a un baix metabolisme. Els marcadors d'inflamació estan alterats, però sense increments de diversos centenars com en els processos inflamatoris clàssics. D'aquesta manera veiem discrets augments d'algunes interleucines i marcadors com: interleucina-6 (IL-6), proteïna C-reactiva (PCR) i factor de necrosi tumoral (TNF-alpha) entre d'altres. La metainflamació s'ha associat a nombroses malalties cròniques: malalties com les cardiopaties, la insuficiència renal crònica, nombrosos tipus de càncer, diabetis, depressió i fins i tot una major susceptibilitat en la resposta inflamatòria reactiva a la COVID-19. La metainflamació estaria a la base fisiològica de la desconexió de la natura i en l'origen d'una cascada etiològica en la qual l'aterosclerosi, l'estrès oxidatiu, la resistència a la insulina i els canvis en l'equilibri de la flora intestinal serien senyals intermèdies i compartides que alerten d'un problema de més pes en un model de salut planetària. La presència d'inductors proinflamatoris estableix i desencadena reaccions de metainflamació i canvis dismetabòlics que comportaria a explicar la relació del dèficit de natura amb les malalties cròniques.

La metainflamació està a la base d'una cascada etiològica espiral que sense abordar la 'causa de les causes' que la desencadena serà molt difícil millorar, aturar o revertir el procés. Aquesta teoria de la medicina mediambiental va més enllà de la teoria higiènica o del germen, i permet abordar amb més solvència el desafiament de la prevenció i el tractament de les malalties cròniques o agudes emergents ambientalment relacionades a través d'una necessària reconexió amb la natura. Aquest enfocament permet crear hipòtesis demostrables associades a les causes de les malalties cròniques, reconeixent i incorporant a aquesta reconexió amb la natura aspectes molt vigents com l'envelliment, la contaminació dels ecosistemes i el canvi climàtic.

A la següent figura es pot observar com al llarg del temps apareixen els proinflamatoris o antiinflamatoris que donarien consistència a la teoria de la metainflamació com a origen de les malalties cròniques. D'aquesta manera, l'expressió d'aquesta inflamació silenciosa seria la d'algunes alteracions bioquímiques de la síndrome metabòlica com la resistència a la insulina, hipertensió, alteracions dels greixos sanguinis, etc.



El llistat de malalties cròniques potencialment relacionades amb el dèficit de contacte amb la natura és ampli.



Són molts els beneficis del contacte amb la natura: disminueix la mortalitat global, redueix l'estrès i l'ansietat, i augmenta la felicitat i el benestar entre d'altres.

- Disminueix la mortalitat global.
- Augmenta la felicitat i sensació de benestar.
- Augmenta la sociabilitat.
- Redueix les conductes agressives, la hiperactivitat i millora l'atenció.
- Redueix l'ansietat i depressió.
- Redueix l'estrès i marcadors d'inflamació.
- Millora el son.
- Millora el neurodesenvolupament motor (coordinació / equilibri) i cognitiu.
- Millora el rendiment escolar.
- Disminueix el consum d'alcohol i altres drogues.
- Millora els resultats reproductius i el pes del noutat.
- Disminueix l'obesitat.
- Disminueix el risc de diabetis.
- Millora les habilitats motores, socials i de connectivitat en els malalts amb trastorns del neurodesenvolupament: trastorns de l'espectre alcohòlic fetal (TEAF), TEA, etc.
- Millora la qualitat de vida relacionada amb la salut en els supervivents de càncer infantil i juvenil.
- Disminueix el risc i augmenta la supervivència global d'alguns tipus de càncer.
- Millora el sistema immune (augmenta l'activitat de les cèl·lules NK¹², expressió de proteïnes anticàncer i immunoglobulina A en mucoses).
- Millora l'agudesia visual.
- Incrementa la funció pulmonar i millora l'asma.
- Disminueix el risc cardiovascular (disminueix la tensió arterial, obesitat, augmenta l'activitat física, risc de fallida cardíaca...).
- Augmenta els nivells de vitamina D.
- Millora el control del dolor agut i crònic.
- Recuperació quirúrgica més ràpida.
- Redueix les visites al metge i el consum de fàrmacs.

12. Cèl·lula NK: de l'anglès *natural killer*.



S'ha estudiat millor l'efecte positiu en la salut mental que en les malalties somàtiques, i encara que el benefici s'ha demostrat en el curt termini és esperable que repercuteixi en la salut global i benestar al llarg de la vida dels individus. La manca de contacte amb la natura impulsa el sedentarisme i és tan antinatural que actua com un factor clau en l'increment de l'obesitat, malalties respiratòries i cardiovasculars, trastorns de la conducta, comportament, atenció, empitjorament de les malalties cròniques, disminueix els nivells de vitamina D, pèrdua d'audició i agudesa visual, major exposició a carcinògens i increment de l'estrès.

Aquest vídeo resum pot ajudar a consolidar el que s'ha après. Els nens tenen el dret bàsic a jugar a l'aire lliure.



Accedir al vídeo a través del següent enllaç: <https://youtu.be/7cfb5pQvUrA>

Mascotes / animals

El 50 % de les llars a les grans ciutats tenen mascotes. Nombrosos estudis científics mostren que els animals domèstics són considerats membres de la família; els nens, els adolescents, adults i també la gent gran els parlen com si fossin humans, comparteixen les seves fotografies a les xarxes socials i amb freqüència comparteixen els seus dormitoris amb ells. El 70 % confien plenament en les seves mascotes. La presència de mascotes a la llar disminueix el nombre de visites al metge, disminueix l'estrès i millora la salut cardiovascular. La teràpia amb animals s'ha utilitzat amb bons resultats en nens/es amb discapacitat intel·lectual.

Salut verda en ciutats i boscos

Els nens, adolescents i adults se senten millor quan estan envoltats de plantes. En assentaments urbans, els espais verds i jardins s'han associat a una àmplia varietat de beneficis per a la salut. El concepte que les plantes juguen un paper important en la salut mental ha estat aplicat en la teràpia amb horticultura, una forma de tractament basada en els presumptes beneficis terapèutics de la jardineria. La teràpia amb horticultura s'utilitza en programes comunitaris, de drogodependents, discapacitats i en educació especial. Viure en edificis envoltats d'arbres s'associa a:

- Nivells més alts d'atenció i millor capacitat de resposta a les situacions d'estrès.

- Nivells substancialment menors d'agressió i violència.
- I nivells més alts d'autodisciplina.

Un dels pilars de la qualitat mediambiental a les ciutats és la presència de vegetació. A més, sabem que no només l'extensió en metres quadrats de parcs urbans és important, sinó especialment la connectivitat o corredors verds entre els mateixos. Avui sabem que la connectivitat a través de corredors verds entre aquests espais o parcs urbans constitueix un pilar per contrarestar el risc cardiovascular i del càncer en els habitants de les ciutats. Les plantes compensen les emissions de CO₂, mitiguen el soroll, estalvien aigua, refresquen el medi ambient i acullen animals al seu voltant. Els residents de barris amb més zones verdes i arbrat donen resultats més positius en les avaluacions de salut i qualitat de vida real i percebuda.

Estudis preliminars assenyalen als compostos orgànics volàtils biogènics i al microbioma de l'aire forestal com a responsables dels beneficis de les experiències al bosc en la salut global (descens del cortisol, impacte en les immunoglobulines, disminució de la metainflamació de l'epiteli pulmonar, millora de la funció cardiorespiratòria...). A més, els arbres a les ciutats contribueixen a mitigar / disminuir l'impacte de la contaminació de l'aire, i s'ha observat l'efecte beneficiós en les malalties cròniques especialment a les ciutats que presenten major percentatge de superfície verda, i sobretot connectivitat amb corredors verds entre els espais o parcs urbans. A la següent figura apareixen resumides les vies d'interacció entre els arbres de bosc i la salut humana.

Figura 26. Vies d'interacció entre la salut humana i el bosc. Font: tesi doctoral Albert Bach.



Salut blava o ecosistemes aquàtics

Estudis científics han aconseguit demostrar que la brisa marina, rica en sals, ajuda a reduir els símptomes de l'asma, així com els d'altres pacients amb problemes i malalties pulmonars, que tüssen menys quan són a prop del mar i experimenten menys símptomes. S'han descrit efectes molt positius en la resposta cardiovascular, malalties cutànies i en les articulacions i ossos.

D'altra banda, la infància i adolescència de la Ribera del Mar Menor a la Regió de Múrcia en contacte amb una natura marina contaminada i explotada comparada amb un grup control ha mostrat pitjors resultats significatius en tots els dominis de la qualitat de vida relacionada amb la salut (global, física i psicosocial).



Les principals causes en el nombre d'anys de vida amb mala salut crònica són 100 % prevenibles i relacionades amb el deteriorament i la contaminació dels ecosistemes.

Naturalitzar els serveis de salut: "Canvia i repara"

Fins ara la nostra relació amb la natura ha estat molt destructiva. És molta la incertesa que ens trobarem en un futur, però les investigacions recents sobre la càrrega global de malalties mostren que les principals causes en el nombre d'anys de vida amb mala salut crònica són 100 % prevenibles i relacionades amb el deteriorament i contaminació dels ecosistemes. En un model de salut planetària, en què la majoria de les prestacions sanitàries no s'assoleixen a través dels serveis clàssics de salut, sinó a través de l'ús i accés als serveis de la naturalesa diversa, tant dins la llar, al barri, a la feina, a l'escola... ens brinda tremendes oportunitats per a la innovació social.

Els autors proposem un redisseny de les estructures i relacions de l'activitat professional per desenvolupar una medicina basada en l'*Estratègia PACA*: Participar, Anticipar, Concreció (o realitat), i Arrelar. Aquestes quatre accions són resultat d'una hibridació o adaptació més recombinant entre natura i humanitat. Els programes de naturalització dels sistemes de salut seran la base audaç d'una nova etapa d'il·lustració ecològica per a la salut de les persones i del planeta. La medicina en el nou model de la salut mediambiental és una medicina participativa (sempre depèn de tu fins on vulguis arribar), de concreció (o de realitat, no tot està dit), anticipació (mai és tard) i que genera arrels (arrelament i pertinença a la natura amb una intel·ligència col·laborativa). Les tasques ja no només són per als professionals sinó també per a les famílies.

Figura 27. Estratègia per a naturalitzar els serveis de salut. Obtingut de: Ortega-Garcia JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra...* Una aproximació al model de la Salut Mediambiental. Cartagena, Espanya, Editorial Ecología y Salud.

“Tot està interconnectat” Estratègia Paca

Estratègia per naturalitzar els serveis de salut

- **Participació:** “la salut depèn en gran mesura de nosaltres mateixos”
- **Anticipació:** “sempre hi ha una oportunitat, com més aviat comencem millor”
- **Concreció:** “més enllà dels algoritmes hi ha les persones, no tot està dit”
- **Arrelar:** “generar arrelament i pertinença per donar sentit a la vida”

Vols conèixer el teu nivell de connexió amb la natura?

S'han creat nombroses proves per a l'etapa escolar per intentar estimar el nivell de connexió amb la natura. S'ha adaptat l'Índex de Connexió amb la Natura, basant-nos en els més recents estudis de mesurament del contacte amb la natura en nens i joves, com el realitzat per la Diputació Foral de Guipúscoa el 2020, o el de la Universitat d'Essex (Regne Unit) juntament amb la Reial Societat per a la Protecció d'Ocells (RSPB, per les seves sigles en anglès de *Royal Society for The Protection of Birds*). Hem creat una aplicació web per a escolars en la que s'han incorporat algunes preguntes sobre la freqüència d'activitats a l'aire lliure i en entorns naturals, si s'han plantat arbres o tenen alguna mascota a casa. Disponible aquí: <https://www.ecologiaysalud.org/?p=378>

Per als professionals: receptar natura

Els metges haurien de preguntar més en les consultes sobre aquests aspectes, sobre el nombre, tipus i durada d'experiències a la natura i fomentar els vincles amb el medi natural com a via per enfortir la seva salut i contrarestar / disminuir els efectes negatius de moltes exposicions a tòxics mediambientals. Recuperar el contacte amb la Mare Natura en totes les seves formes, constitueix per si mateix un dels reptes sanitaris més importants per a les actuals i futures generacions en tots els països, especialment per al maneig i control de les malalties cròniques. A les Unitats de Salut Mediambiental Pediàtrica (USMAP) de Múrcia i Catalunya vam pilotar durant el 2020 un model experimental de consultes a la natura. Traslladar les activitats de consulta en entorns naturals va mostrar una gran acceptació de les famílies i professionals. El treballar en un marc físic més amable, va permetre una relació i interacció metge-pacient més fluïda i positiva. Va millorar l'anamnesi clínica segons els clínics entrevistats. Aquest tipus de programes que traslladen les activitats a l'aire lliure pensem que pot contribuir a descongestionar els espais sanitaris que podria ser una resposta adequada als llocs amb clima suau i ideal per a revisions o consultes de crònics on la necessitat de proves o exploracions complexes és escassa o nul·la.

Des del febrer del 2021, l'Àrea de Salut I Múrcia Oest i l'Hospital Clínic Universitari Virgen de la Arrixaca a més de TACs, RM nuclear, quiròfans, piscina, consultes... compta amb un bosc incorporat oficialment a la cartera de serveis per al desenvolupament d'activitats de promoció, prevenció, consulta, voluntariat i innovació en salut mediambiental.

El professional sanitari que incorpora el medi ambient en la seva consulta d'atenció primària desenvolupa un treball d'investigador, educador i defensor, i constitueix una font directa d'informació per als pares, les famílies i la resta dels col·lectius socials. Per això, a l'atenció primària (pediatres, metges de família, personal d'infermeria i llevadores) han de tenir un cert grau d'informació de la comunitat en la que viu el malalt, dels perills ambientals més importants i dels recursos naturals existents. Tasques de com involucrar els professionals en la salut mediambiental apareixen a la següent taula.

Taula 3. Com involucrar-se en la reconexió amb la natura els professionals d'atenció primària. Obtingut de: Ortega-García JA (Ed.). 2021. *Llamando a la Tierra, Llamando a la Tierra...* Una aproximació al model de la Salut Mediambiental. Cartagena, Espanya, Editorial Ecologia y Salud.

Tasca	Alguns exemples
Sol·licitar formació acadèmica / entrenament	Rotació en una UPA (Unió de Peïtos Agricultors i Ramaders) o USMAP o altres activitats postgrau i interuniversitàries.
Integrar en les consultes sobre els riscos ambientals, estils de vida i recursos de la natura	Hi jentçant la història clínica ambiental o la fulla verda, ús de sensors, biomarcadors, sistemes d'informació geogràfica, xarxa de serveis de la natura.
Proporcionar informació científica	Aportant evidències basades en l'experiència a les preguntes de les famílies; autoritats legislatives, executives i judicials.
Col·laborant amb associacions de veïns, moltes i/o ONG locals preocupades per la salut i el medi ambient	Impartint sessions educatives, creant materials divulgatius, advocant i realitzant informes de salut i medi ambient, recolçant les educadores en la comunitat.
Col·laborar amb les autoritats locals, regionals, nacionals i internacionals	Identificant els riscos mediambientals i moltes relacionades a la comunitat i en la recerca de solucions amb una mirada cap a la salut i la naturalesa. Aportant l'experiència i el consensament en les iniciatives legislatives.
Naturalitzar els programes de crònics	Diagnosticant l'índex de connexió dels joves i incorporant la prescripció no farmacològica a la cartera de serveis.
Desenvolupar consells pràctics per a la consulta	Penjar informació en el tauler d'anuncis sobre pràctiques saludables i de contacte amb la natura, ...
Donar suport amb informes de salut per eliminar les drogues legals	Posicionant-se i contribuint a l'eliminació de les drogues a famílies i comunitats.
Col·laborant en programes de salut mediambiental escolar	Contribuint per crear espais de comunicació, fomentant alternatives saludables, col·laborant amb els docents en la prevenció i maneig escolar de trastorns del neurodesenvolupament amb un enfocament cap a la natura.
Adoptant estils de vida més sostenibles	Fent servir la bicicleta, realitzant activitats a la natura, practicant la «salut positiva».
Donant suport econòmicament a una ONG ambiental	

Anticipar-se i buscar signes potencials de metainflamació en els estils de vida i entorns en què conviuen els nens i joves és una les tasques de la medicina mediambiental, amb la intenció de treballar la 'causa de les causes'. Canvia, repara, reconnecta la teva salut amb la del planeta. Potser tot això reflecteixi hàbits d'aprenentatge, preferències pel nostre passat, despertant els nostres orígens com a criatures de la naturalesa. Satisfereix aquestes preferències pot ser una manera eficaç d'enfortir la salut planetària, més productiva i lliure dels efectes secundaris de l'ús de fàrmacs.

SARS-CoV-2 té una forta relació amb la salut dels ecosistemes. La pandèmia de SARS-CoV-2 ha incrementant les actituds i desitjos de reconexió amb la naturalesa de la població infantil i juvenil. Veure vídeo addicional a través del següent enllaç: <https://www.aeped.es/comite-salud-medioambiental/noticias/dia-mundial-medioambiente-2020-todos-los-seres-vivos-y-ecosistemas-tierra>

Per a la població general: *educaventures*

Les *educaventures* són un concepte d'activitat que reuneix a professionals de la salut mediambiental i ciutadans actius (estudiants, representants d'ONGs de malalts o de medi ambient o discapacitat o agents socials o fins i tot malalts interessats) durant un període d'entrenament de dos a cinc dies per promoure les interaccions combinades en una cultura de la salut mediambiental a través d'activitats de reconexió amb la natura. La finalitat de les *educaventures* és doble: predicar amb l'exemple i empènyer / motivar els canvis personals o col·lectius per restaurar la salut dels individus amb la del planeta. Construir una xarxa d'*educalíders* de la salut mediambiental a la societat contribuirà a arrelar i millorar els resultats de salut. Ja estan en marxa. Veure vídeo addicional: <https://youtu.be/sFmahbpNg-c>



Programes de salut ambiental escolar

La salut ambiental escolar constitueix un dels reptes més importants per a aquesta dècada i vindria a ser alguna cosa així com 'la salut laboral de la infància' (el treball essencial dels nens és l'escola). Els nens/es passen unes quaranta hores a la setmana a les escoles i instituts. Models d'educació que afavoreixin la connexió amb la natura, des de caminar a l'escola, tenir un hort ecoescolar, impartir activitats acadèmiques a l'aire lliure o en espais naturals... contribueixen a generar una cultura nova de reconexió amb la Mare Terra. Al mateix temps, l'ensenyament (educació, instrucció i aprenentatge) ha de contemplar com a tasques prioritàries el coneixement dels contaminants mediambientals i els seus efectes adversos en els ecosistemes naturals i en la salut humana. Reconnectar la infància en l'entorn escolar amb la natura contribueix a crear ciutadans més lliures, creatius en societats més interconnectades amb la salut del planeta. Models d'experiències com el programa #AireLimpio on han participat el 25 % dels centres públics de la Regió de Múrcia són un exemple a seguir. Veure el següent vídeo: <https://youtu.be/PWsk9WoOZ30>



Models d'educació que afavoreixin la connexió amb la natura contribueixen a generar una nova cultura de reconexió amb la Mare Terra.

Bibliografia

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. Afectacions emocionals del canvi climàtic en els nens i adolescents. La solastàlgia i l'ecoansietat

Marta Torra

Psicòloga. Especialista en gestió emocional i ansietat. Cofundadora de la Associació Sentim.

«*Produeix una immensa tristesa pensar que la natura parla mentre el gènere humà no escolta*» Victor Hugo.

Qui no ha patit canvis d'humor segons el dia que fa? Quantes vegades no hem escoltat quan fa un dia rúfol: -"estic com el dia..." o "ets més arruixat que el mes de març..."? Frases fetes que relacionen el nostre estat anímic i el clima se n'han fet des de sempre i fan referència a totes les estacions de l'any i a tots els fenòmens meteorològics.

La climatologia incideix directament sobre la nostra salut física i emocional. La meteorologia en tant que afecta a la incidència de la llum sobre nosaltres repercuteix en la nostra salut mental. Els trastorns afectius estacionals afecten entre l'1 i el 10 % de la població i són més freqüents a les zones del nord i durant la primavera (l'astènia primaveral) però en els països del nord d'Europa n'hi ha més a l'hivern i poden desenvolupar en depressió hivernal. Tot i que no estan considerats com una malaltia segons l'OMS, són estats que en si mateixos no tenen un caràcter patològic però que sí que es relacionen amb desordres en el mecanisme fisiològic normal de l'adaptació del cos a les condicions variables pròpies de l'estació. Aquests canvis afecten en major o menor intensitat a les persones observant en els darrers anys un augment de la *meteorosensibilitat*.



La climatologia incideix directament sobre la nostra salut física i emocional.

Malauradament els darrers anys, trastorns com l'astènia primaveral han patit un fort increment. S'ha valorat que aproximadament un 2 % de la població patirà alguns dels seus efectes al llarg de la seva vida, sobretot les dones entre vint i cinquanta anys. Aquest increment es creu que podria ser degut a les característiques pròpies de la societat actual. L'estrès, la hiperactivitat, la sobrecàrrega laboral, la conciliació familiar i laboral, les relacions socials complexes, etc. afavoreixen estats anímics baixos i redueixen la capacitat adaptativa de l'organisme davant qualsevol tipus de canvi.

També es calcula que un 65 % de la societat espanyola notarà o està notant alguns dels símptomes de l'astènia primaveral.



Els canvis en el medi ambient provocats per la globalització i el canvi climàtic també influeixen en el nostre estat d'ànim i en la nostra salut.

La solastàlgia

Des de principis de segle però, s'ha començat a observar que no només ens afecten els canvis de temps. Els canvis en el medi ambient provocats per la globalització i el canvi climàtic ja fa uns quants anys que sabem que també influeixen en el nostre estat d'ànim i en la nostra salut.

Felipe González, professor de la Universitat Catòlica de Xile, va liderar un estudi publicat l'any 2018 a la revista *Nature Climate Change* que analitzava com afecta l'augment de la temperatura ambiental en la salut mental de les persones. L'es-

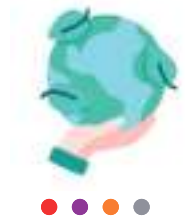
tudi es va desenvolupar als Estats Units i a Mèxic i conclou que a mesura que la temperatura ambiental augmenta, la salut mental es veu deteriorada. A més a més, conclou que durant els mesos de més calor es produeixen més suïcidis i s'observen més piulades a Twitter de caire depressiu.

Després d'aquesta investigació en varen venir moltes d'altres que vinculen el canvi climàtic amb el deteriorament de la salut mental. Aquests estudis estableixen una relació directa de l'augment de la temperatura i l'increment de problemes com l'ansietat, l'estrès o la depressió. També apunten que durant les èpoques de grans variacions del clima (pluges més abundants i més duradores que les habituals, onades de calor llargues, boires persistents...) els centres de salut mental detecten un augment de les consultes.

Sabem també a partir dels estudis publicats que les persones que han viscut una catàstrofe natural ja sigui un huracà, un terratrèmol, inundacions, etc. tenen un 4 % més de probabilitats de desenvolupar problemes de salut mental. Les conseqüències d'aquestes catàstrofes a nivell personal poden provocar traumes per les pèrdues d'un ésser estimat, la pèrdua de la llar o la feina... i sobretot afecten als anomenats *desplaçats ambientals*. Aquest terme fa referència a les persones que s'han vist obligades a abandonar les seves llars com a conseqüència d'un desastre natural o mediambiental. En totes aquestes persones supervivents, els que s'havien de desplaçar, a part del trauma viscut, desenvolupaven sentiments de pèrdua d'identitat personal i professional, d'impotència i por i absència d'autonomia.

A banda d'aquests sentiments, i sobretot entre aquelles persones que no s'havien de desplaçar ni refugiar-se en un altre país d'acollida, apareixia un sentiment com d'angoixa i nostàlgia per l'entorn que havia desaparegut a conseqüència del desastre natural. Aquest sentiment és la solastàlgia.

Aquest terme el va encunyar per primer cop el filòsof Glenn Albrecht l'any 2005 quan els veïns de la regió australiana de Hunter Valley van demanar-li al filòsof que investigués l'angoixa que patien a conseqüència de la degradació que patia el seu entorn degut a la construcció de les mines de carbó. Allà a on sempre hi havia prats, ara els veïns només veïen roques, màquines i sentien sorolls de detonacions. Als veïns els preocupava el seu entorn, els canvis que es produïen en ell i els sentiments de pertinença es veïen alterats. Veïen com aquella imatge d'on havien crescut desapareixia sense poder fer-hi res ni aturar-ho. G. Albrecht va unir les paraules derivades del llatí *solacium* (comoditat) i l'arrel grega *-algia* (dolor) per definir aquesta angoixa crònica produïda pel canvi climàtic o per la construcció de grans infraestructures com aeroports, carreteres, indústries... en el nostre entorn. Les persones que la pateixen presenten una sensació d'angoixa per una transformació no desitjada de l'entorn que a diferència de la nostàlgia que va més lligada al record passat d'un lloc, la solastàlgia seria l'enyorança que experimentem del nostre entorn mentre continuem vivint en ell.



Les persones que han viscut una catàstrofe natural tenen un 4 % més de probabilitats de desenvolupar problemes de salut mental.



Les persones que pateixen solastàlgia presenten una sensació d'angoixa per una transformació no desitjada de l'entorn.

La solastàlgia no ve provocada per un trauma directe d'una catàstrofe sinó per la transformació lenta i progressiva de l'entorn, bé per l'acció humana o per un canvi ambiental negatiu com ara grans incendis on el paisatge carbonitzat et recorda que trigaràs molt temps a tornar a veure'l com abans o potser ja no el veuràs mai més. Tothom hem sentit nostàlgia algun cop del lloc on hem crescut, d'un paisatge, un poble o una ciutat on hem passat les vacances i veure com amb el pas dels anys s'ha anat transformant ens provoca nostàlgia, pels bons records que en tenim. Quan marxem durant una temporada a un altre lloc, també sentim nostàlgia d'on residíem. Sentim nostàlgia fins i tot de casa nostra quan som lluny. Però la solastàlgia va més enllà d'aquesta sensació, és una forma d'angoixa o d'estrès mental o existencial persistent en el temps.

«*Observa profundament la natura i llavors ho entindràs tot molt millor*»

Albert Einstein.



El nostre estil de vida, propi de la societat postindustrial ens allunya cada cop més de la natura, dels seus ritmes naturals i del contacte amb la resta de la flora i la fauna. Cada cop més nens creixen allunyats d'aquest contacte. El periodista i escriptor d'Estats Units, Richard Louv, l'any 2008 feia referència per primer cop al concepte de trastorn per dèficit de naturalesa. En el seu llibre *Last Child in the Woods (El darrer nen dels boscos)* explica com els nostres fills estan canviant les cabanes als arbres que fèiem quan érem petits per sofàs i pantalles. En el llibre recull

diverses investigacions que mostren com cada cop els nens estan més alienats i distanciats de la natura i com d'important és el fet de créixer exposats directament a la natura per un creixement infantil sa, física i emocionalment. En algunes d'aquestes investigacions a les que Louv fa referència en el seu llibre es parla de les conseqüències negatives d'aquest distanciament de la natura en els nens. Les més freqüents a les que fa referència són:

- Obesitat infantil
- Dificultat o dèficit d'atenció.
- Malalties cardiovasculars.
- Depressió.

En aquest sentit, i com a conseqüència del canvi climàtic, no només ens trobem amb uns infants que creixen envoltats de ciment, sinó que cada cop més ens trobarem amb unes altres figures com són les dels desplaçats ambientals.

«Només els humans produïm brossa que la naturalesa no pot digerir» Charles Moore.

Els desplaçats ambientals són totes aquelles persones que es veuen obligades a desplaçar-se de les seves llars com a conseqüència de fenòmens ambientals catastròfics i dels efectes del canvi climàtic. Des dels inicis de la humanitat, l'home s'ha anat desplaçant en busca d'unes millors condicions de vida. Però des de la segona meitat del segle XX les migracions del camp a la ciutat han augmentat fins al punt que l'any 2008 la meitat de la població mundial es concentrava en les ciutats. La gran majoria dels habitants de les zones rurals migra cap a les ciutats en busca d'oportunitats i per les males condicions del seu entorn que cada cop es veu més afectat per l'acció industrial, l'escalfament global i els desastres naturals.

Totes aquestes persones desplaçades acostumades a estar en contacte amb la natura es veuen abocades a viure molt sovint en grans ciutats on troben poques oportunitats per gaudir de la muntanya, el bosc...

Ecoansietat



Detall d'El crit Edvard Munch, 1893.

La solastàlgia va molt lligada a un altre concepte: l'ecoansietat. Tot i no estar considerada com una malaltia, l'Acadèmia Americana de Psicologia (APA, per les seves sigles en anglès d'*American Psychology Association*) descriu l'ecoansietat com el temor crònic a patir un cataclisme ambiental que es produeix a l'observar l'impacte del canvi climàtic sobre la Terra i la preocupació associada pel futur d'un mateix i de les properes generacions.

Efectes del canvi climàtic

Els nens i els adolescents són la població més afectada per l'ecoansietat i es preveu que el nombre de persones que la pateixen anirà augmentant en els propers anys ja que aquesta franja d'edat neix més conscienciada i amb més informació sobre els efectes del canvi climàtic que les generacions que les precedeixen.

El canvi climàtic repercuteix directa o indirectament sobre la Terra i sobre la nostra salut física, mental i comunitària. Repassem una mica quins són aquests efectes.



L'ecoansietat es defineix com el temor crònic a patir un cataclisme ambiental que es produeix en observar l'impacte del canvi climàtic sobre la Terra i la preocupació associada pel futur d'un mateix i de les properes generacions.

Impacte climàtic sobre la Terra:

- Augment de la temperatura global.
- Augment de la contaminació de l'aire.
- Més períodes de sequera arreu del planeta.
- Augment dels incendis forestals com a conseqüència de la sequera i de l'augment de la temperatura.
- Increment dels fenòmens meteorològics extrems.
- Augment del nivell del mar.

Impacte sobre la salut física:

- Canvis en l'estat físic i el nivell d'activitat.
- Increment dels episodis de calor que provoquen un augment en els nivells d'ozó i repercuteixen en les malalties cardiovasculars i respiratòries.
- Els fenòmens al·lèrgics augmenten com a conseqüència de l'augment de la temperatura.
- Exposició major a les malalties que es transmeten per l'aigua com a conseqüència de l'augment dels fenòmens meteorològics extrems com ara les inundacions que poden contaminar l'aigua.

Impacte sobre la salut mental:

- Augment de l'estrès, ecoansietat i solastàlgia fent incrementar malalties greus com la depressió.
- Augment de la tensió en les relacions socials com a conseqüència dels problemes ambientals i els diferents punts de vista des dels quals s'aborden.
- Augment de l'abús de substàncies com succeeix en totes les crisis globals.
- Augment de les conseqüències produïdes pels traumes ambientals soferts.

Impacte sobre la salut comunitària:

- Impacte demogràfic: l'augment de les catàstrofes naturals derivades del canvi en les condicions climàtiques pot provocar el desplaçament de la població afectada cap a altres poblacions.
- Augment de conflictes: segons apunten alguns estudis de la ONU més del 40 % dels conflictes armats interns estan relacionats amb l'ús, l'explotació o la possessió dels recursos naturals i la previsió és que el risc de conflicte segueixi creixent.

- Augment de la pobresa com a conseqüència de l'increment de preus dels aliments sobretot en les zones més desfavorides.
- Adaptació de les zones costeres: l'augment del nivell del mar provocarà inundacions i erosió litoral que juntament amb l'augment de població en aquestes zones comportarà un cost elevat en determinades poblacions.
- Alimentació: l'agricultura i els recursos hídrics poden veure's greument afectats per l'escalfament global comportant afectacions en la producció alimentària.
- Accés a l'aigua: amb el canvi climàtic disminueix la qualitat de l'aigua per la producció agrícola i industrial i posa en risc la qualitat de l'aigua potable.

Com afecten emocionalment l'ecoansietat i la solastàlgia?

Tant la solastàlgia com l'ecoansietat no afecten de la mateixa manera a totes les persones. La sensibilitat cap a aspectes mediambientals, cap al benestar que proporciona la natura i la sensibilitat cap a la conscienciació ecològica són factors que intervenen en la major o menor afectació d'aquests dos trastorns. Aquesta sensibilitat és més present en els joves i en els adolescents ja que han crescut educats en la preocupació del canvi climàtic i són els que més en patiran les conseqüències a mig i llarg termini. La contaminació, les imatges dels grans incendis, les notícies sobre l'escalfament global i sobre l'extinció d'espècies generen emocions i sentiments pessimistes envers al seu futur i els fan plantejar qüestions vitals. Aquestes emocions comporten pensaments catastròfics en els infants i els joves.

Les conseqüències d'aquests pensaments comporten un estat d'ànim baix, impotència sobre les conseqüències del canvi climàtic, sentiments de ràbia i d'ira, pànic, sentiments de culpa, etc. Estudis com el de la Universitat de Yale suggereixen que la situació d'emergència climàtica desperta sentiments d'alarma, preocupació, indefensió i incertesa.

La preocupació per l'ecologia és cada dia més freqüent, les notícies sobre el clima i fenòmens com el de l'activista Greta Thunberg fan que els joves s'hi sentin identificats. Aquesta preocupació pot comportar ansietat per la impotència de no poder fer-hi res i la negació o inacció social al respecte alimenta aquest sentiment. Alguns estudis també apunten que la publicació de grans informes sobre el canvi climàtic fan augmentar l'ecoansietat i la solastàlgia.

L'impacte del canvi climàtic és més gran en els nens i els adolescents. Els nens són més vulnerables als seus efectes. Després de catàstrofes climàtiques els nens i els adolescents mostren més distrès que els adults (Fritze *et al*, 2008)

La por dels nens i nenes sobre el canvi climàtic prové de la incertesa que senten pel seu futur. L'experiència directa amb els desastres naturals poden provocar estrès posttraumàtic i incloure símptomes de pànic, malsons, fòbies, etc. Per exemple, durant l'Huracà Sandy, alguns nens i nenes entre tres i cinc anys que havien perdut la seva casa varen desenvolupar fòbia a la pluja, a les onades i a les tempestes que es va expandir a les classes de natació, les barques, etc.

Greta Thunberg, en una de les seves intervencions més punyents davant els líders mundials reunits al Fòrum de Davos, apel·lava a la seva conscienciació i que es prenguessin mesures urgents sobre la crisi climàtica i mediambiental amb les següents paraules:

«Vull que entrin en pànic. Vull que sentin la por que jo sento tots els dies». Greta Thunberg va patir abans de fer-se activista alguns dels símptomes que provoquen la solastàlgia i l'ecoansietat en els nens i els adolescents. Entre d'altres, els símptomes més freqüents són l'estrès, la preocupació excessiva, les sensacions d'ofec i d'angoixa, les alteracions del son... Aquests símptomes poden provocar quadres d'angoixa i fins i tot depressió si no es detecten a temps. Els pensaments recurrents dels nens, nenes i joves giren entorn les conseqüències irrevocables del canvi climàtic, la impotència per no poder aturar la degradació del planeta i la tristesa que provoca la pèrdua de paisatges. Tots aquests pensaments fan que un percentatge molt elevat dels joves es plantegin el fet de ser pares. D'aquest dubte sobre la natalitat va sorgir a principis del 2019 la plataforma *BirthStrike* (vaga de natalitat) al Regne Unit. La plataforma és un moviment format per homes i dones que han decidit conscientment no tenir fills tenint en compte el proper col·lapse climàtic que creuen que es produirà. La seva líder, Blythe Pepino, explica que només dues setmanes després de fundar la plataforma, cent quaranta persones, la majoria dones britàniques, s'hi havien sumat fent pública així la seva decisió de no tenir fills per retratar la urgència d'una intervenció governamental i social.

D'altra banda, un estudi de la King's College assegura que els adolescents que creixen respirant aire contaminat tenen un 70 % més de possibilitats de patir paranoia i altres trastorns mentals.



La por dels nens i nenes sobre el canvi climàtic prové de la incertesa que senten pel seu futur.

Com podem saber si els nostres fills pateixen solastàlgia o ecoansietat?



Cal estar alerta als senyals que els nostres fills puguin donar respecte a la seva preocupació pel medi ambient i el futur del planeta.

Com hem vingut explicant, la solastàlgia es manifesta a través de la barreja de molts sentiments entre els quals hi ha una mena de melangia crònica cap a uns paisatges que ja no tornaran a veure de la mateixa manera degut als efectes devastadors del canvi climàtic. L'angoixa que pateixen es va agreujant pels efectes de la contaminació i quan s'observen inundacions, incendis forestals o sequeres a tot el planeta sense que ningú ho pugui evitar.

Cal estar alertes als senyals que els nostres fills puguin donar respecte aquest tema. Repassem els més freqüents:

Senyals físics:

- Mal de cap o de panxa sense motiu aparent.
- Dificultats per conciliar el son.
- Malsons freqüents sobre catàstrofes.
- Es mostra distret, apàtic o inquiet.

Senyals emocionals:

- Tristesia.
- Està molt més sensible del que és habitual sobretot pel què fa al clima.
- Mostra preocupació pel futur de manera recurrent.
- S'enfada més que abans.
- Sent por pels fenòmens meteorològics.
- Es frustra més sovint que abans sobretot quan hi ha fenòmens mediambientals sobre els quals no s'hi pot o no s'hi vol actuar.

Senyals conductuals:

- Pregunta molt més sovint que abans sobre el canvi climàtic, o les catàstrofes ambientals o meteorològiques.
- Té crisis d'angoixa.
- En adolescents poden aparèixer els primers abusos de substàncies tòxiques.
- Manifesten no saber perquè estan tristos o se senten malament.
- Idees obsessives i conductes repetitives.

Aquests són només alguns dels senyals que es poden presentar en els infants o adolescents i gairebé sempre venen acompanyats d'aquesta preocupació pel futur del planeta, per un interès cada cop més gran per les notícies que giren entorn el canvi climàtic i per les accions que es realitzen per intentar revertir les seves conseqüències o minimitzar-les.

D'altra banda, caldria recalcar la importància del contacte amb la natura per part dels més petits (*Veure capítols 12 i 13 del present Informe*). El catedràtic de psicologia ambiental, José Antonio Corraliza adverteix que «el trastorn per dèficit de natura (TDN) forma part d'un conjunt de problemes, que genèricament, es denominen *malalties psicoterràtiques*, que són trastorns que tenen el seu origen en una deficitària o patològica relació amb l'entorn en el que vivim».

Els infants, igual que els adults, senten la necessitat d'estar en contacte amb la natura, de sortir de la ciutat i anar a la muntanya o al mar. Però, a diferència dels adults, els infants potser no saben expressar que senten aquesta necessitat i a vegades, si els nens no han estat gaire en contacte amb la natura, ni se n'adonen que ho necessiten.

Alguns dels símptomes que podem percebre com a pares d'aquesta manca de contacte amb la natura són:

Síntomes emocionals i conductuals:

- Manca de concentració
- Ansietat
- Estrès
- Irritabilitat
- Hiperactivitat

A banda d'aquests, s'han associat problemes físics que poden comportar la manca de contacte amb la natura per part dels nens i els adolescents com poden ser l'obesitat, malalties respiratòries com l'asma, manca de vitamina D i si a aquest TDN hi afegim un ús abusiu de les pantalles poden aparèixer problemes de visió com la miopia. Quan mirem massa temps un dispositiu obliguem a l'ull a enfocar a un espai en particular durant un temps determinat, aquesta exigència pot dur a terme alteracions en la visió, de la mateixa manera que si féssim un sobreexforç amb qualsevol altre òrgan del nostre cos també se'n ressentiria.



Què podem fer com a pares?

«Els nostres pares discuteixen sobre el final de Joc de Trons mentre el planeta es crema» Greta Thunberg.

Com a pares hem d'educar els nens i acompanyar-los emocionalment per fer front a la solastàlgia, l'ecoansietat i tots els problemes emocionals derivats de la crisi climàtica.

Cada cop més infants i adolescents els angoixa més pensar com serà el seu futur, quin planeta els quedarà o fer-se a la idea que aquells paisatges que ara veuen plens de natura un dia poden ser víctimes d'una catàstrofe com un incendi o una inundació degut al canvi climàtic i ja no els veuran mai més. És normal que les notícies que veuen pels mitjans de comunicació i per les xarxes socials sobre l'escalfament global els angoixin i no tinguin capacitat emocional per fer-ne front.

D'altra banda, un cop entenen què és el canvi climàtic i com afecta al planeta Terra i a la humanitat, també veuen com hi ha mesures que es podrien aplicar per fer-ne front i no s'estan duent a terme. Com que els nens tenen un concepte de justícia més fort, empatitzen més -tant amb les persones com amb el planeta- i no amaguen les seves emocions, viuen de manera molt més intensa aquesta realitat; fins i tot a vegades de manera tant catastrofista que els comporta molt patiment.

Davant d'aquest panorama, els pares i mares juguem un paper molt important en l'educació i en l'acompanyament emocional dels nostres fills per fer front a la solastàlgia, l'ecoansietat i tots els problemes emocionals derivats de la crisi climàtica. L'Aliança Psicològica Climàtica (CPA, *Climate Psychology Alliance*) i inves-

tigadors de Bath, al Regne Unit, fan una sèrie de recomanacions als pares per fer front a les preocupacions dels fills i filles sobre el canvi climàtic.

Primer de tot cal escoltar: fer una escolta activa de les angoixes, dubtes, pors i incerteses dels nostres infants i adolescents sense fer judicis de valor ni donar la nostra opinió al respecte. Senzillament escoltar actuant com un receptor d'informació i deixant que expressin lliurement les seves emocions al respecte.

Parlar-los amb claredat i sinceritat. La sinceritat i la claredat són claus. Nosaltres com a pares hem de ser al costat dels nostres fills i filles per aclarir qualsevol dubte que tinguin al respecte sense amagar la informació; de totes maneres, per a que aquesta no els causi més impacte, caldria dosificar-la. És a dir, donar la informació a poc a poc de manera objectiva i amb un vocabulari que puguin entendre.

Proposar accions tangibles als nens per disminuir els efectes del canvi climàtic. Per exemple, ensenyar-los a reciclar millor, disminuir el consum de productes no reciclables, reduir el consum d'energia elèctrica dins de casa, etc.

Participar en accions col·lectives de presa de consciència climàtica. Activitats com la recollida de brossa a la natura o a les platges de forma lúdica de manera organitzada, etc. Orientar als infants i als adolescents cap a l'acció.

Fomentar el contacte amb la natura dels nens. Estudis com el del psicòleg cognitiu de la Universitat de Utah, David Strayer, han demostrat que l'exposició a la natura permet al còrtex prefrontal "descansar" de l'estrès, resoldre millor els problemes creatius i "reiniciar" els sentits.

Plantar arbres i flors i conrear verdures. Veure com creix un arbre o una flor que hem plantat nosaltres, que l'hem cuidat i regat fa que connectem millor amb la Terra i ens desperta emocions positives de gratitud i abundància.

En definitiva, estar al costat dels nostres fills, escoltar-los i acompanyar-los, prevenir i prevenint-los en el que pugui arribar a passar pot ajudar a rebaixar els seus nivells d'ansietat sobre la crisi climàtica i les seves conseqüències i fer disminuir els seus pensaments al respecte.

Cal tenir en compte que quan les nostres accions com a pares no aconsegueixen disminuir aquesta ansietat o angoixa, caldrà recórrer al psicòleg per a que ens ajudi en aquesta tasca abans que la situació emocional no s'agreugi i pugui esdevenir en un trastorn més greu com la depressió entre d'altres.



Quan les nostres accions com a pares no aconsegueixen disminuir aquesta ansietat o angoixa, caldrà recórrer al psicòleg.



Conclusions

El món està canviant molt ràpid, alguns dels paisatges en els que vàrem créixer o que vàrem conèixer han desaparegut i han deixat pas a deserts, indústries o s'han convertit en boscos calcinats. Aquests fets, juntament amb la frustració de veure que nosaltres no podem evitar-ho, i que no hi ha prou conscienciació al respecte per la classe política, ja que les accions que es prenen en aquest sentit no són suficients per aturar-ho, ha provocat trastorns com la solastàlgia i l'ecoansietat, que en els darrers anys han incrementat sobretot en la població més jove.

Els nostres fills perceben de manera més intensa el canvi climàtic perquè veuen perillar el seu futur. Les imatges dels incendis, inundacions que es repeteixen cada any per les xarxes socials juntament amb fenòmens com els que posa damunt la taula l'activista mediambiental Greta Thunberg, fan que pateixin més angoixa i ansietat per la impotència que els provoca.

Com a pares hem d'educar als nostres fills en el respecte a la natura, en l'estima per la conservació del planeta i ensenyar-los accions que puguin dur a terme des de ben petits cap a la conservació del medi ambient. Parlar-los clar i amb llenguatge entenedor anticipant-nos al que pugui esdevenir els ajudarà millor a fer front al seu futur.

Malgrat la solastàlgia i l'ecoansietat siguin considerades com a conseqüències emocionals negatives del canvi climàtic, la part bona és que si tenen raó de ser és perquè a l'altra banda hi trobem fenòmens oposats com la *topofilia*. Descrita per primer cop fa seixanta anys pel filòsof francès Gaston Bachelard, la topofilia fa referència al lligam emocional que s'estableix entre una persona i un lloc concret de la natura. És un sentiment d'amor i estima cap aquell lloc on vàrem créixer i on es guarden els millors records de la nostra infància que generalment estaven envoltats de natura.

Així, a mesura que augmenti el pessimisme cap al futur, augmentarà també l'amor cap a la natura, cosa que farà que augmentin el respecte i les accions individuals enfocades a la conservació del medi en el qual vivim.

«El sentit del lloc fomenta una major apropiació i responsabilitat del que succeeix en aquell espai». *El sentit del lloc*, Yi-Fu Tuan.

Bibliografia

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 Women'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). Psicología 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 Child in the Woods: Saving our Children from Nature-Deficit Disorder*. Libros de Algoquin.

12. Newbuny, J., Arsenaut, L. & Beavers, S. (2019). Asociación de la exposición a la contaminación del aire con experiencias psicóticas durante la adolescencia". *Psiquiatria JAMA*.
13. Pardell, O. (2010). Desplazados medioambientales. Una nueva realidad. *Cuadernos Deusto de Derechos Humanos*, 66.

Decàleg

Elena Codina

Pediatra. Servei de Nefrologia Infantil i Trasplantament Renal. Hospital Sant Joan de Déu Barcelona

Decàleg per promoure la salut mediambiental maternoinfantil

Prendre consciència



Combrar les conseqüències del canvi climàtic i la vulnerabilitat de la infància i les dones gestants als seus efectes, fa que puguem decidir més conscientment on comprem, com mengem, cuinem, vestim... i en definitiva, com vivim.

Combrar les conseqüències del canvi climàtic i la vulnerabilitat de la infància i les dones gestants als seus efectes, fa que puguem decidir més conscientment on comprem, com mengem, cuinem, vestim... i en definitiva, com vivim.

Disminuir la contaminació atmosfèrica



Hiem de utilitzar per reduir l'ús dels vehicles motoritzats i potenciar la mobilitat activa i sostenible (a peu o en bicicleta). Ja que a l'hora que disminuïm l'emissió de partícules contaminants augmentem la nostra activitat física i la dels nostres infants.

L'embaràs: una gran oportunitat



La gestació pot ser una bona etapa per adoptar nous hàbits saludables i evitar l'exposició a riscos ambientals (alimentació, cosmètics, productes de neteja...) que poden tenir conseqüències negatives en el fetus i en generacions futures.

Alimentació sostenible



Moderant el consum animal i basant la nostra alimentació en aliments vegetals, de proximitat i no processats, podem aconseguir una dieta saludable a l'hora que reduïm l'impacte mediambiental que comporta.

Moderant el consum animal i basant la nostra alimentació en aliments vegetals, de proximitat i no processats, podem aconseguir una dieta saludable a l'hora que reduïm l'impacte mediambiental que comporta.

Ventilació



Passem entre un 80-90% del nostre temps en espais tancats, inhalant diferents substàncies tòxiques que generem o són alliberades pels diferents materials que componen els nostres mobles o tatats

(poli, humitat, compostos orgànics volàtils, etc). Una ventilació diària de pocs minuts (també a les escoles) pot evitar aquesta acumulació i els seus possibles efectes.



L'aigua: un bé escàs

Disposar de diferents opcions de consum d'aigua per tal de cobrir les nostres necessitats (logístiques, familiars i econòmiques) i a l'hora fer-ne l'ús més adequat possible.



Renaturalització



El contacte amb la natura aporta clars beneficis en la salut infantil (sobretot en l'edat de la salut mental) i en l'augment d'activitat física: som natura.



Reduir el soroll

Un disseny urbà dirigit cap aquest objectiu i l'existència de plans d'acció específics són claus per disminuir els riscos acústics per a la salut de les ciutats (ús de paviments sonoreductors, limitar el volum de trànsit, disminuir els límits de velocitat, promoció d'zones verdes i d'edificis, entre altres).

Planificació urbanística



Les ciutats dissenyades per a les persones - amb espais dels carrers, zones verdes, il·luminació i amb el transport públic com a eix principal - permeten desplaçaments més segurs, fàcils, agradables i una vida més saludable.

"Els petits canvis són poderosos"



A mesura que prenem consciència de com millorar la nostra salut mediambiental també veiem que queden molta feina per fer. És important agafar perspectiva i anar sumant petits canvis que estiguin al nostre abast

Acrònims

- ACV: Accident cerebrovascular.
- ADN. Àcid desoxiribonucleic.
- ALARA. As Low As Reasonably Achievable. Tan baix com sigui raonablement possible.
- APA. American Psychology Association. Acadèmia Americana de Psicologia.
- ASPCAT. Agència de Salut Pública de Catalunya.
- ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Agència per a Substàncies Tòxiques i el Registre de Malalties.
- AVAD. Anys de vida ajustats per discapacitat.
- BPA. Bisfenol A.
- CBCT. Cone Beam Computed Tomography. Tomografia computeritzada de fes cònic.
- CO. Monòxid de carboni.
- CO₂. Diòxid de carboni.
- COP. Contaminants Orgànics Persistents.
- COV. Compostos Orgànics Volàtils.
- CPA. Climate Psychology Alliance. Aliança Psicològica Climàtica.
- DALYS. Disability Adjusted Life Years. Anys de vida ajustats per discapacitat.
- dB. Decibel.
- DDE. Dicloro-difenil-dicloroetilè.
- DDT. Dicloro-difenil-tricloroetà.
- DI. Discapacitat Intel·lectual.
- DSM. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Manual diagnòstic i estadístic dels trastorns mentals.
- EEA. European Environment Agency. Agència Europea del Medi ambient.
- FAO. Food and Agriculture Organization. Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació.
- HAPs. Hidrocarburs aromàtics policíclics.
- HRW. Human Rights Watch. Observatori de Drets Humans.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. Agència Internacional d'Investigació sobre el Càncer.
- IHME. Institute for Health Metrics and Evaluation.
- IL-6. Interleucina-6.

- IMC. Índex de Massa Corporal.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Grup Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic.
- ISO. International Organization for Standardization. Organització Internacional per a l'Estandardització.
- kV. Kilovolt.
- LAR: Lifetime Attributable Risk. Risc atribuïble al llarg de la vida.
- LBR. Lifetime Baseline Risk. Risc base al llarg de la vida.
- LCD. Liquid Crystal Display. Monitor de cristall líquid.
- mA. Milamperi.
- MPOC: Malaltia pulmonar obstructiva crònica.
- NO₂. Diòxid de nitrogen.
- NRD. Nivell de referència per al diagnòstic
- O₃. Ozó.
- ODS: Objectius de Desenvolupament Sostenible.
- OMS: Organització Mundial de la Salut.
- ONG. Organització no governamental.
- PBBs. Polibromodifenils.
- PBDEs . Èters de polibromodifenil.
- PCBs. Policlorobifenils.
- PCR: Proteïna C-reactiva.
- PET. Positron Emission Tomography. Tomografia per emissió de positrons.
- PFASs. Per- and polyfluoroalkyl substances. Substàncies perfluoroalquilades.
- PFOAs. Àcid perfluorooctanoic.
- PFOS. Sulfonat de perfluorooctà.
- PNUMA: Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient.
- PM. Particulate matter. Material particulat.
- PVC. Policlorur de vinil.
- RC. Radiografia computaritzada.
- RD. Radiografia digital.
- REM. Rapid Eye Movement. Moviment Ràpid de l'Ull.
- RM. Ressonància magnètica.
- RSPB. Royal Society for The Protection of Birds. Real societat per a la protecció d'ocells.
- SAPEA. Science Advice for Policy by European Academies.

-
- SDC. Sistema de suport a la decisió clínica.
 - SO₂. Diòxid de sofre.
 - SINAC. Sistema d'Informació Nacional d'Aigües de Consum.
 - SPECT. Single photon emission computed tomography. Tomografia computada per emissió monofotònica.
 - TC. Tomografia computaritzada.
 - TDAH. Trastorn per dèficit d'atenció amb hiperactivitat.
 - TDN. Trastorn per dèficit de natura.
 - TEA. Trastorn de l'espectre de l'autisme.
 - TEAF. Trastorns de l'espectre alcohòlic fetal.
 - THM. Trihalometans.
 - TNF. Tumor necrosis factor. Factor de necrosi tumoral.
 - UE. Unió Europea.
 - UFP. Partícules ultrafines.
 - UNICEF. United Nations International Children's Emergency Fund. Fons de les Nacions Unides per a la Infància.
 - UPA. Unió de Petits Agricultors i Ramaders.
 - USMAP. Unitat de Salut Mediambiental Pediàtrica.
 - VCUG. Voiding cystourethrography. Cistouretrograma miccional.
 - WWF. World Wide Fund for Nature. Fons Mundial per la Natura.



Al voltant d'una quarta part de la càrrega de morbiditat en els nens i nenes està relacionada amb factors de risc ambientals prevenibles, com ara la contaminació de l'aire, el canvi climàtic, els productes químics tòxics, l'aigua insalubre, el sanejament i la higiene.

És essencial que els proveïdors d'atenció sanitària puguin reconèixer, valorar, manejar i prevenir malalties relacionades amb el medi ambient en els infants i gestants. Com a membres importants i reconeguts en les seves comunitats, els proveïdors de salut també tenen un paper essencial en la promoció de polítiques ambientals centrades en la salut que protegiran els nens i nenes de l'exposició als riscos ambientals.

Amb aquest Informe, l'Hospital Sant Joan de Déu Barcelona pretén sensibilitzar i oferir orientacions per reduir l'impacte vinculat als factors de risc ambiental prevenibles.

Dra. Maria Neira.

Directora del Departament de Salut Pública i Medi Ambient a l'Organització Mundial de la Salut (OMS).