

RE-CITY

PLATAFORMA INTERNACIONAL
PER A LA SOSTENIBILITAT SOCIAL

11/19

RELATORIES FEM FRONT AL CANVI CLIMÀTIC

“ELS EFECTES DE LA CONTAMINACIÓ EN LA SALUT HUMANA”

SESSIÓ AMB **BARBARA MAHER.**



Els efectes de les partícules ultrafines de la contaminació atmosfèrica en la salut

Ponent convidada: Barbara Maher, Universitat de Lancaster

ÍNDEX

Biografia	3
Resum	5
Les nanopartícules són una amenaça per a la salut pública	5
Les nanopartícules de la contaminació atmosfèrica provoquen malalties neurodegeneratives	5
Vehicles elèctrics i barreres de vegetació per reduir la contaminació	6
Els efectes de les partícules ultrafines de la contaminació atmosfèrica en la salut	7
Les partícules en suspensió a l'atmosfera	7
La contaminació atmosfèrica ultrafina i el cervell humà	9
El lloc influeix en l'exposició	11
Possibles solucions per reduir l'exposició a la contaminació atmosfèrica	12
No podem gestionar el que no hem mesurat	13
Fileres d'arbres al costat de les carreteres per reduir l'exposició a les PM – L'experiment del bedoll	14
Transport públic	16
Filtres per reduir la contaminació atmosfèrica	16
Sensibilització	16
Observacions finals	17
Referències	18

Aquesta relatoria és una síntesi del debat tingut amb la Dra. Barbara Maher en el marc del cicle de conferències titulat “Fem front al canvi climàtic”, organitzat per la Fundació Catalunya Europa com a part del projecte Re-City, en col·laboració amb el BBVA. Aquesta sessió, titulada “**Els efectes de les partícules ultrafines de la contaminació atmosfèrica en la salut**”, va consistir en una conferència pública, un dinar-col·loqui que va aplegar representants dels sectors econòmic, social, polític i empresarial de Catalunya, i una trobada amb acadèmics. Les activitats van tenir lloc a la Fundació Antoni Tàpies de Barcelona el novembre del 2019. L’ordre dels continguts d’aquest informe és temàtic i no reproduïx l’ordre en què la Dra. Barbara Maher va presentar els temes.

Biografia

Barbara Maher és professora de Ciències Ambientals de la Universitat de Lancaster (Anglaterra) i directora del Centre de Magnetisme i Paleomagnetisme Ambiental del *Lancaster Environment Centre*. La seva recerca se centra a estudiar els efectes que tenen les partícules de magnetita provocades per la contaminació atmosfèrica en la salut i a recuperar “informació paleoclimàtica, paleoambiental i de datació dels registres magnètics dels sediments terrestres quaternaris (sòls, loess, tils i sediments de llacs) i dels sediments dels fons marins”. Fa servir mètodes magnètics per analitzar una sèrie de qüestions ambientals d’actualitat, entre elles la contaminació atmosfèrica i la de l’aigua (Lancaster University, NDa).

Maher es va graduar a la Universitat de Liverpool i més tard, l’any 1984, hi va cursar estudis de doctorat sobre els orígens i les transformacions dels minerals magnètics als sòls. En acabar el doctorat, Maher va començar a treballar com a investigadora becada pel NERC al Departament de Geofísica de la Universitat d’Edimburg. Posteriorment, es va incorporar a la Universitat d’East Anglia (UEA) com a professora i l’any 1998 en fou lectora. També ha estat presidenta del Grup de Treball sobre Pols i Clima de la Unió Internacional per a la Recerca del Quaternari (INQUA) entre 2008 i 2016 (Lancaster University, NDb).

Maher ha rebut nombrosos premis i reconeixements, entre ells el *Schlumberger Award* de la Societat Mineralògica de la Gran Bretanya i Irlanda (2014), com a reconeixement per haver aplicat mètodes magnètics a l’estudi de les qüestions mediambientals i haver estat pionera en l’ús, ara ja internacional, del magnetisme ambiental per part dels científics mediambientals (Lancaster Environment Centre, 2013). També fou distingida amb el *Pilkington Teaching Award* (2013), amb el *Wolfson Research Merit Award* (2006-2012) de la Royal Society i amb la *Charles Chree Medal and Prize* (2005) de l’Institute of Physics britànic. Ha estat presidenta del Grup de Magnetisme de les Roques de la Unió Internacional de Geodèsia i Geofísica entre els anys 2002 i 2006 (i reelegida per al període 2006-2008) i vicepresidenta de l’Associació de Recerca del Quaternari de 2008 a 2010 (Lancaster University, NDa).

La seva labor es va mostrar al programa de televisió de la BBC titulat *Trust me! I’m a Doctor*, en un episodi especial titulat “The Big Air Pollution Experiment” (BBC, ND). El programa feia un seguiment de la seva recerca de l’any 2013, que mostrava que

plantant fileres d'arbres als marges de les carreteres es filtraven moltes de les partícules que altrament arribaven a dintre de les cases de la gent. Durant el període d'estudi, es va observar que la contaminació que es registrava a dintre de les cases davant de les quals s'havien plantat els arbres era un 50-60 % més baixa que en les que no tenien arbres a fora. L'any 2018, Maher també va participar en un episodi del programa *Inside Science* de BBC Radio 4, que discutia si l'estratègia d'aire net (*Clean Air Strategy*) del Govern britànic era prou contundent per abordar amb decisió la contaminació atmosfèrica.

La seva recerca del 2016 sobre les partícules contaminants de magnetita al cervell humà ("*Magnetite Pollution Particles in the Human Brain*") va situar la seva labor investigadora al primer pla de l'opinió pública. Un article publicat a *The Guardian* (Carrington, 2016) elogiava la seva tasca, perquè per primer cop plantejava la possibilitat que existís una relació causal entre la presència de partícules de magnetita d'origen extern al cervell humà i la malaltia de l'Alzheimer (Maher *et al.*, 2016). L'estudi, publicat als *Proceedings* de la National Academy of Sciences, va analitzar el teixit cerebral de 37 persones d'entre 3 i 92 anys, del Regne Unit i de Mèxic, i hi va trobar grans quantitats de partícules. Les seves conclusions corroboraven altres investigacions que havien estudiat la vinculació entre la presència de partícules i la malaltia de l'Alzheimer (Plascencia-Villa *et al.*, 2016) o que relacionaven la contaminació atmosfèrica amb l'Alzheimer i altres tipus de lesions cerebrals (Jung *et al.*, 2015; Kavanaugh *et al.*, 2012; Carrington, 2016).

Resum

Les nanopartícules són una amenaça per a la salut pública

Barbara Maher, experta en contaminació atmosfèrica i salut, va cloure el cicle de conferències “Fem front al canvi climàtic” amb una conferència sobre “Els efectes de les partícules ultrafines de la contaminació atmosfèrica en la salut”. Conegudes com a “matèria particulada” (*particulate matter*, PM) per la comunitat científica, aquestes partícules són presents a l’atmosfera però són difícils de detectar, perquè són molt fines i lleugeres. Això fa que resultin molt perilloses, perquè poden penetrar fàcilment a dins del cos humà. Com més diminutes són, més fàcil és que entrin al cos. De fet, poden arribar fins al cor, el fetge, els ronyons o d’altres òrgans més primers, i fins i tot als alvèols dels pulmons, per on passen al flux sanguini i així poden desplaçar-se per la resta del cos. Aquestes petites partícules també poden arribar directament al cervell a través del nas.

“Això és una gran amenaça per a la salut pública, però el problema és que encara no hi ha xarxes ambientals que puguin mesurar aquestes nanopartícules, perquè la Unió Europea no ha establert cap regulació sobre aquest tema”, va assenyalar Barbara Maher. La seva toxicitat depèn del seu origen, la seva composició i la seva mida. La majoria porten carboni, són riques en metalls i poden ser molt magnètiques. Les nanopartícules provenen principalment de les àrees industrials, dels tubs d’escapament, dels additius que s’afegeixen als carburants o del desgast dels frens i dels motors dels vehicles, i també de la combustió generada pel transport marítim, pels avions i pels trens.

Les nanopartícules de la contaminació atmosfèrica provoquen malalties neurodegeneratives

Una de les conclusions de la recerca de Maher és que existeix una relació entre les nanopartícules i malalties com l’Alzheimer, com ho demostra el fet que s’ha detectat la presència de metalls al cervell d’alguns pacients. Fins fa ben poc, es pensava que les nanopartícules de magnetita, que contribueixen al desenvolupament de la malaltia de l’Alzheimer, es formaven a dins mateix del cervell humà. Tanmateix, gràcies a la recerca de Maher, ara és evident que aquestes nanopartícules de magnetita tenen un origen extern i provenen de la contaminació atmosfèrica.

En els casos estudiats a Mèxic i a Anglaterra, s'han trobat al cervell metalls com el ferro i el titani o altres de més rars, com el cobalt i el platí. Un altre fet molt preocupant és que cada vegada apareixen més casos de gent jove, com un nen de 3 anys que tenia magnetita al cor i als teixits cerebrals.

Indubtablement, la contaminació és un factor de risc potencial, però també n'hi ha d'altres, com la constitució genètica de la persona, la dieta, l'activitat cerebral o la reserva cognitiva, que influeixen en el desenvolupament de l'Alzheimer.

Vehicles elèctrics i barreres de vegetació per reduir la contaminació

Barbara Maher desaconsella viure a prop de les vies molt transitades. Segons un estudi realitzat al Canadà, viure a 50 metres d'una autovia incrementa el risc de rebre partícules contaminants del 7 a l'11 %. Per aquest motiu, Maher és partidària de fer ús de vehicles elèctrics per reduir la contaminació, d'habilitar zones verdes ben situades, i plantar arbres per crear barreres naturals que protegeixin les cases i els edificis de les nanopartícules contaminants. Aquesta pot ser una mesura molt efectiva, com ha demostrat un experiment realitzat a Lancaster. En efecte, es van plantar bedolls davant d'un grup de cases i el resultat fou que les cases que hi havia darrere de la filera d'arbres tenien una millor qualitat d'aire. També es recomanava vigilar que les xemeneies estiguin ben segellades i reduir l'ús de les impressores làser, que sovint són bosses de nanopartícules tòxiques.

Finalment, Barbara Maher es lamentava del poc suport institucional que rebia i va advertir del risc que suposaria no fer res. Per això, va demanar als governs que acceleressin els canvis i actuessin urgentment, i va insistir que no fer res quan ja disposem de totes aquestes evidències minvarà la intel·ligència de l'ésser humà com a espècie i incrementarà els casos de demència i altres malalties.

Els efectes de les partícules ultrafines de la contaminació atmosfèrica en la salut

Les partícules en suspensió a l'atmosfera

La matèria particulada, coneguda també com a PM o contaminació per partícules, consisteix en una mescla de partícules sòlides i gotes líquides que es troben a l'aire. Algunes partícules, com la pols o el fum, són prou grans o fosques per poder-se veure a ull nu. Tanmateix, la PM és tan petita que només es pot detectar amb un microscopi electrònic. La PM es pot classificar segons la seva mida: les PM10 són partícules inhalables amb diàmetres, en general, de 10 micròmetres o menys, mentre que les PM2,5 són partícules inhalables amb diàmetres, en general, de 2,5 micròmetres o menys (això vol dir que una partícula de PM2,5 és 30 vegades més petita que un sol cabell humà, Figura 1).

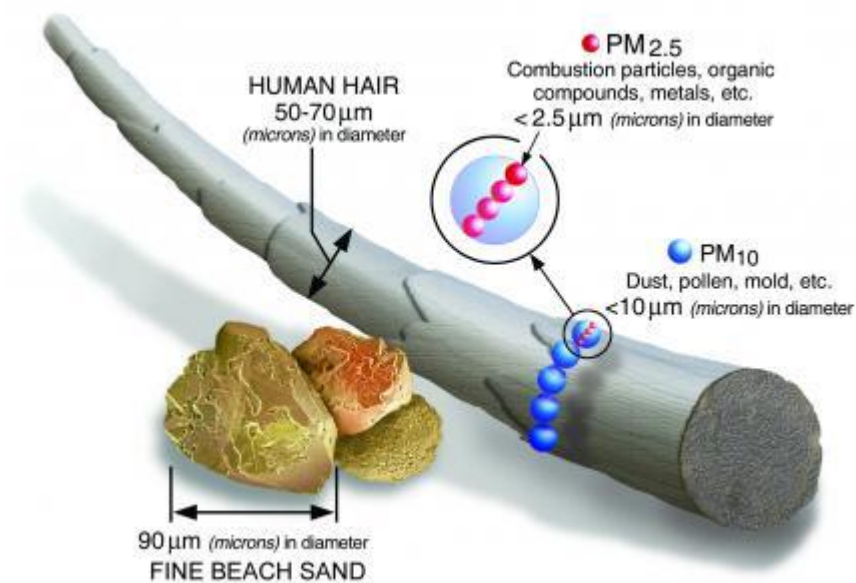


Figura 1. Les partícules de PM 2,5 i PM10, comparades amb un gra de sorra fina de platja i un cabell humà. CABELL HUMÀ: 50-70 μm (micres) de diàmetre; PM2,5 Partícules de combustió, components orgànics, metalls, etc. < 2,5 μm (micres) de diàmetre; PM10: Pols, pol·len, metalls, floridura, etc.< 10 μm (micres) de diàmetre; SORRA FINA DE PLATJA: 90 μm (micres) de diàmetre. Font: EPA.

La PM està composta d'una barreja d'aerosols rics en carboni i components inorgànics primaris i secundaris. Les fonts principals de la PM són el transport, la construcció i la indústria, entre d'altres. Aquesta barreja sempre conté carboni, produït usualment per la combustió incompleta de carburant, mentre que d'altres components tendeixen a ser

partícules sòlides i inorgàniques, riques en metalls i molt magnètiques. Això es pot produir com a resultat de l'abrasió de les pastilles de fre dels vehicles, que són molt riques en nanopartícules de ferro. La PM també pot contenir components biològics, com bacteris i fongs. En general, la PM en suspensió a l'aire és un còctel format per diferents ingredients, la qual cosa fa difícil identificar quins d'aquests components són més perjudicials per a la salut humana. La mescla de partícules depèn del lloc, en el sentit que la contaminació atmosfèrica és diferent a cada ciutat. A Barcelona, els agents principals de la contaminació de l'aire són l'aeroport i el port, no tan sols a causa del gran nombre d'avions i de creuers que arriben a la ciutat, sinó també de la maquinària aeroportuària i portuària i dels vaixells mercants.

Si bé les PM10 són relativament grans, les partícules més petites, com les PM 2,5, poden arribar a més parts del cos. La recerca de Maher no és limitada només a les PM2,5, i estudia especialment les partícules en suspensió a l'aire que mesuren menys d'un micròmetre, és a dir, les anomenades *nanopartícules* (NP). Aquestes són tan diminutes que poden arribar als alvèols pulmonars i d'allí als glòbuls vermells. Tan bon punt han entrat al corrent sanguini, poden arribar a tots els teixits humans, inclòs el cervell. Tanmateix, al cervell també hi poden arribar directament pel nas, a través de les neurones del bulb olfatori, l'òrgan sensorial responsable del sentit del gust (Figura 2). Les NPs, un cop a dins de les cèl·lules les poden destruir per estrès oxidatiu, causant danys als teixits i afectant la salut humana.

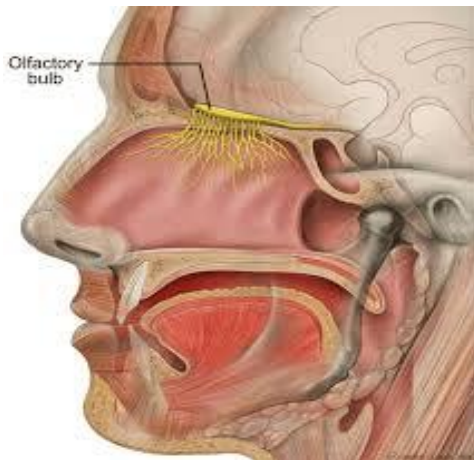


Figura 2. El bulb olfatori i les neurones (il·lustrats en groc), a través dels quals les nanopartícules poden arribar directament al cervell després de ser inhalades pel nas. Font: <https://www.re-city.net/admin/assets/uploads/files/e66ef-barbara-maher-ppt.pdf>

Maher destaca el fet que la normativa actual sobre contaminació es basa a mesurar només les PM10, que són les partícules menys perilloses. Això és un problema perquè,

arran d'establir mesures per reduir les PM10, ha augmentat la presència de les nanopartícules a l'atmosfera. Per això demana canvis en les actuacions de monitorització de la pol·lució i en la regulació de la contaminació atmosfèrica, de manera que se centrin en les partícules en suspensió que són més perilloses per a la salut humana, és a dir, les PM2,5 i les nanopartícules.

La contaminació atmosfèrica ultrafina i el cervell humà

Atesa la gran quantitat de nanopartícules presents a l'aire que respirem i la facilitat amb què poden arribar al nostre corrent sanguini, és essencial entendre com ens afecten aquestes partícules i quines són més perjudicials per a la nostra salut.

L'estudi que Maher va dur a terme l'any 2016, titulat "Les nanopartícules de magnetita de la contaminació al cervell humà" ("*Magnetite pollution nanoparticles in the human brain*"), reportava per primera vegada que algunes de les partícules que s'havien trobat al cervell humà eren arrodonides i sorprenentment similars a les partícules de PM derivades de la combustió, també anomenades esferes (*spherals*). Doncs, les partícules que emeten els motors o les xemeneies a temperatures molt altes es converteixen en unes gotetes que es fonen i tenen una forma esfèrica. En conseqüència, les partícules esfèriques de magnetita localitzades al cervell humà només podien ser d'origen exogen. La figura 3 presenta una mostra d'un cervell humà amb nanopartícules de magnetita d'origen endogen (Figura 3 C) i exogen (Figura 3 A i B).

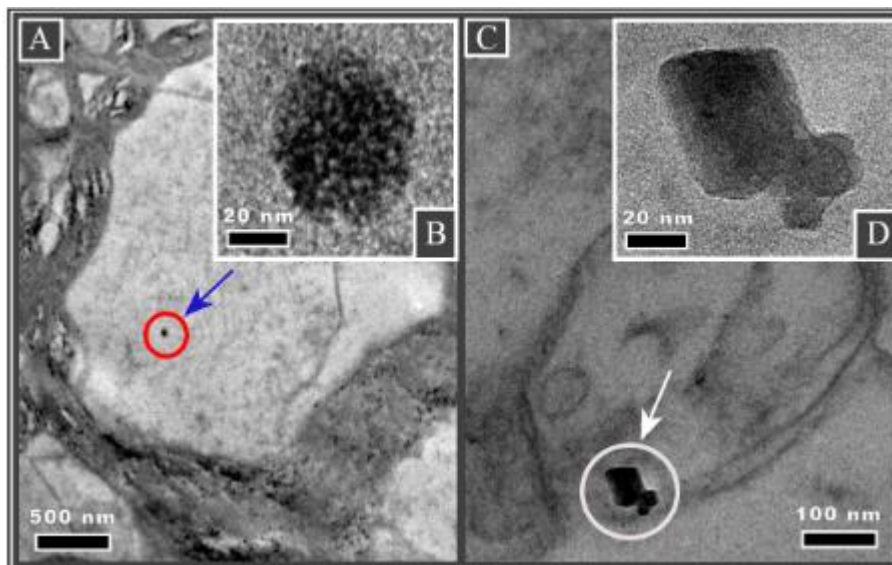


Figura 3. Mostra d'un cervell humà amb nanopartícules de magnetita d'origen exogen (esfèriques) (A i B) i endogen (angulades) (C). Font: Maher *et al.* (2016)

Aquest va ser un descobriment molt innovador, perquè fins aleshores es pensava que totes les partícules de magnetita que hi havia al cervell s'havien format al cervell mateix i que la magnetita al cervell dels pacients d'Alzheimer era producte de la seva malaltia. La magnetita, una barreja de Fe^{2+} i Fe^{3+} , és un element eficaç a l'hora d'enriquir els radicals lliures que són tòxics per a les cèl·lules cerebrals, de manera que són un possible factor de risc per a les malalties neurodegeneratives, entre elles l'Alzheimer. Així doncs, aquest descobriment va mostrar que la contaminació atmosfèrica podia convertir-se en un greu problema de salut pública.

Segons Maher, en estudis anteriors s'havia observat que tant el ferro com algunes formes magnètiques del ferro s'enriquien als cervells dels pacients que patien la malaltia de l'Alzheimer. La novetat que aporta la recerca de Maher és que aquesta acumulació pot ser causada per la contaminació atmosfèrica. També s'ha evidenciat que els cervells afectats per l'Alzheimer contenen moltes plaques associades amb altes concentracions de metalls i que les partícules de magnetita poden incrementar la toxicitat de la proteïna β -amiloide, una proteïna que forma una placa i augmenta les lesions cerebrals. Això fa que encara sigui més essencial abordar el tema de la contaminació.

Tan bon punt la recerca va confirmar que a les mostres de cervell humà hi eren presents nanopartícules de magnetita de procedència exògena, el pas següent fou examinar la quantitat i la qualitat d'aquestes partícules. Maher ho va fer servint-se de la tecnologia magnètica i del HRTEM (*High-resolution Transmission Electron Microscopy*), un microscopi que permet visualitzar les nanopartícules.

El bulb olfatori és l'única part del cos que no té la barrera de protecció entre el cervell i la sang, de manera que permet que les partícules inhalades puguin entrar directament al cervell. Les nanopartícules de magnetita i altres partícules que contenen metalls d'una mida inferior als 200 nanòmetres hi poden entrar directament a través del nas i escampar-se per les diferents àrees del cervell, inclòs l'hipocamp i el còrtex cerebral, dues regions afectades per la malaltia de l'Alzheimer. L'estudi es va centrar en el còrtex frontal, l'àrea del cervell que les nanopartícules visiten en cas d'entrar a través del bulb olfatori.

Maher i el seu equip van analitzar dos conjunts de mostres, un de la ciutat de Mèxic, que consistia en cervells de persones joves, i un altre de Manchester, que consistia en cervells de persones grans. La primera observació fou que van trobar milions de partícules de magnetita per gram de teixit cerebral. Sorprenentment, hi trobaren metalls com el carboni i el titani o d'altres de molt rars, com el cobalt, el platí i additius del combustible entre les nanopartícules aïllades de les mostres cerebrals. Això és preocupant perquè aquests metalls no estan presents al cos humà de manera natural, a diferència del ferro.

Si bé les mostres cerebrals també contenen partícules de magnetita que s’havien desenvolupat de forma endògena, per cada una d’aquestes hi havia unes 100 partícules esfèriques que procedien de la contaminació atmosfèrica. Van observar una similitud sorprenent entre el que havien trobat a les mostres cerebrals i el que es troba a l’atmosfera. L’origen d’aquestes partícules podia ser, entre d’altres, la combustió dels carburants i l’escalfament per fricció de les pastilles dels frens, que curiosament són molt magnètiques –fins a un 30 % d’aquestes pastilles estan compostes de pols magnètic, que se’ls afegeix de manera activa.

Una altra observació de l’estudi de Maher fou que moltes de les mostres cerebrals altament magnètiques eren de persones joves (< 40 anys en el moment de la mort) residents a la ciutat de Mèxic, que havien estat exposades a alts nivells de contaminació de partícules en suspensió a l’aire, igual que la gent gran de Manchester (> 65 anys en el moment de la mort), que presentava un Alzheimer entre moderat i greu. Això és especialment preocupant perquè vol dir que cada vegada hi ha més casos de cervells humans més joves que presenten nanopartícules exògenes. El cas més extrem fou el d’un nen de 3 anys que tenia nanopartícules al cervell i al teixit cardíac (Maher *et al.*, 2016; Calderón-Garcidueñas *et al.*, 2019). Maher també va destacar la recerca que havia fet a Barcelona l’investigador de l’ISGlobal Jordi Sunyer (2017) sobre els efectes de la contaminació en els infants. Segons aquest estudi, l’exposició prenatal a la contaminació atmosfèrica està associada a canvis en el cervell dels infants relacionats amb trastorns de la conducta.

La inflamació al cervell pot ser un factor precursor a l’aparició d’altres símptomes més dramàtics de la malaltia de l’Alzheimer, quan es comencen a produir alteracions emocionals i de comportament. Algunes persones manifesten aquests símptomes cada vegada més aviat, cosa que ha portat Maher a preguntar-se si les partícules magnètiques podrien ser el factor que desfermés la cadena de la inflamació.

El lloc influeix en l’exposició

Un cop ha quedat demostrat que la contaminació atmosfèrica té efectes secundaris sobre la salut humana, és assenyat identificar quins són els llocs que presenten concentracions més altes de nanopartícules en suspensió, per poder-hi intervenir, ja sigui reduint-les o evitant-hi l’exposició humana.

Maher es va referir també a un estudi que comparava l’exposició a les nanopartícules en diferents llocs, com a l’interior dels vehicles, a dintre casa o a fora (Yifang Zhu, 2007):

sorprenentment, l'interior dels vehicles pot estar més contaminat que l'exterior. També va fer referència a la recerca de Chen *et al.* (2017), que van investigar la relació que existia entre el fet de viure al costat d'una via principal i la incidència de la malaltia del Parkinson, la demència i l'esclerosi múltiple. La recerca va descobrir que entre el 7 i l'11 % dels casos de demència al Canadà es donaven en persones que vivien a prop de vies molt transitades. Maher va puntualitzar que no totes les persones exposades desenvoluparien la demència –naturalment, hi ha altres factors que hi contribueixen, com la dieta, l'herència genètica o el nivell d'activitat física. I va reclamar que es fessin més estudis per tenir-ne una visió més completa.

Aquestes dades sobre la composició de la contaminació atmosfèrica i la seva exposició s'haurien de fer servir per sensibilitzar la població i induir canvis en els hàbits personals. És necessari identificar les àrees menys contaminades, perquè les puguin visitar els col·lectius més vulnerables, com la gent gran i els infants, s'hi puguin practicar esports o habilitar vies verdes per on poder caminar dins dels centres urbans. En aquest sentit, Maher va esmentar algunes *apps* per a telèfons mòbils, com [London Air¹](https://www.londonair.org.uk/LondonAir/Default.aspx), que proporcionen als usuaris informació en temps real sobre la contaminació de les ciutats, per permetre a l'usuari evitar determinats llocs. Maher també va explicar que mantenir-se a 1 metre de distància del trànsit dels vehicles redueix l'exposició a les nanopartícules en suspensió una tercera part. Això vol dir que fins i tot els canvis més minúsculs en els nostres hàbits personals, com ara modificar la distància a què estem del carrer mentre esperem creuar-lo, poden marcar la diferència.

Possibles solucions per reduir l'exposició a la contaminació atmosfèrica

La recerca de Maher indica clarament que l'exposició a PM en suspensió pot ser un factor de risc mediambiental per a malalties neurodegeneratives com l'Alzheimer, un risc que s'accentua amb concentracions més elevades de PM de determinades zones. Per Maher, això fa que la reducció de la contaminació atmosfèrica sigui encara més necessària i urgent. Hauríem de començar actuant a títol individual per reduir la nostra pròpia exposició, i pressionar per tenir una política governamental que abordés aquesta qüestió i un paisatge urbà dissenyat d'una manera intel·ligent. En aquest apartat, se n'avancen algunes possibles solucions.

¹ <https://www.londonair.org.uk/LondonAir/Default.aspx>

No podem gestionar el que no hem mesurat

En primer lloc, és essencial disposar d'un millor sistema de seguiment de les nanopartícules. Maher assenyala que és bàsic instal·lar estacions a les ciutats per mesurar les PM_{2,5} i les nanopartícules –i deixar de mesurar les PM₁₀–, a fi d'identificar aquelles zones en què és especialment urgent actuar, com ara aquelles on viu la població més vulnerable. Aquestes estacions de mesura no s'haurien d'instal·lar només a la vora de les vies públiques, sinó també dins les estacions de metro, considerant la gran quantitat de nanopartícules que es desprenen dels frens dels trens i la manca de ventilació d'aquestes àrees.

Atès que les partícules de les vies públiques tendeixen a adherir-se a les fulles dels arbres presents en aquestes vies (Figura 4), és possible cartografiar la contaminació en aquestes zones mesurant el contingut i la composició de les partícules adherides a les fulles.

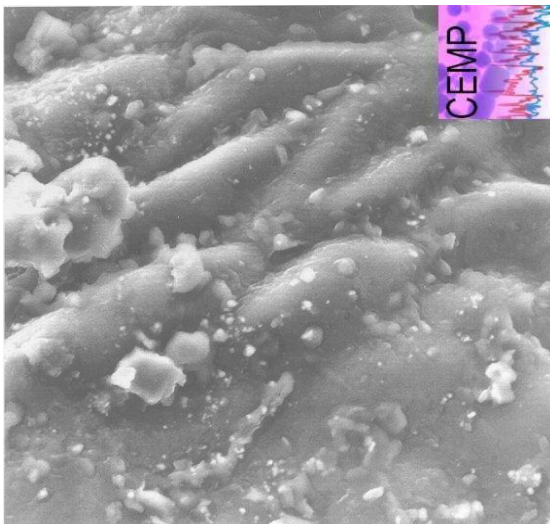


Figura 4. La PM en una fulla de la vora d'una via pública que en mostra les partícules, algunes d'elles produïdes per la combustió dels vehicles (esfèriques). Font: <https://www.re-city.net/admin/assets/uploads/files/e66ef-barbara-maher-ppt.pdf>

A Barcelona, Xavier Rodó, professor de Recerca de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA) i director del programa de Clima i Salut d'ISGlobal, està desenvolupant un projecte de recerca l'AIRLAB –un nou laboratori sobre la qualitat de l'aire que farà el monitoratge de la ciutat– sobre els efectes que la contaminació antropogènica, accentuada per l'actual canvi climàtic, pot tenir sobre la salut humana. Monitorant l'aire que respirem des d'una altura de 15 metres sobre el nivell del mar, poden obtenir mostres de la contaminació atmosfèrica (PM₁₀, PM_{2,5} i NP) i analitzar-ne la composició per mitjà de diferents tècniques, com ara l'espectrometria de masses i la fluorimetria làser. La figura 5 mostra un filtre net i el mateix filtre, després de 8 hores

d'exposició, junt amb una porció d'una mostra obtinguda al cap de 24 hores d'exposició (el canvi de color reflecteix el que una persona inhala durant aquest període de temps i que acumula als pulmons).

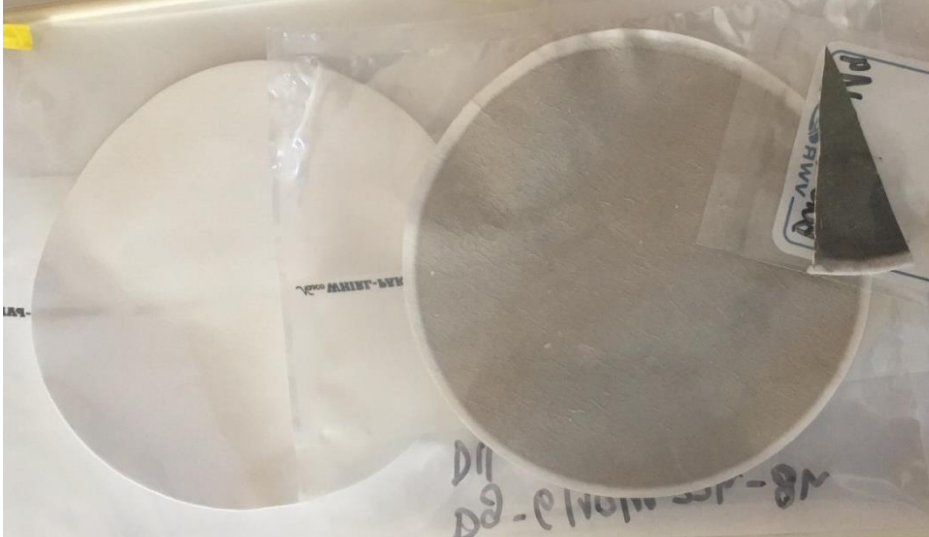


Figura 5. Tres filtres per obtenir mostres de contaminació atmosfèrica. D'esquerra a dreta: filtre net, després d'una exposició de 8 hores i després d'una exposició de 24 hores. Font: mostres de l'AIRLAB

Fileres d'arbres al costat de les carreteres per reduir l'exposició a les PM – L'experiment del bedoll

Al llarg de la seva conferència, Maher va repassar algunes propostes per reduir la contaminació atmosfèrica i es va referir principalment a la recerca que va dur a terme l'any 2013 sobre els efectes d'instal·lar fileres d'arbres a la vora de les vies públiques per reduir la contaminació a les cases adjacents. Va descobrir que les pantalles de TV situades a la part davantera de les cases tenien nivells més alts de nanopartícules que les que estaven instal·lades a la part del darrere, més allunyades de la via pública. També va constatar que la concentració de nanopartícules a dintre de les cases que tenien al davant una filera d'arbres (casa núm. 31 de la figura 6) era menor que a les cases que no la tenien. Aquesta solució, per bé que no seria un remei instantani, contribuiria a millorar la situació.

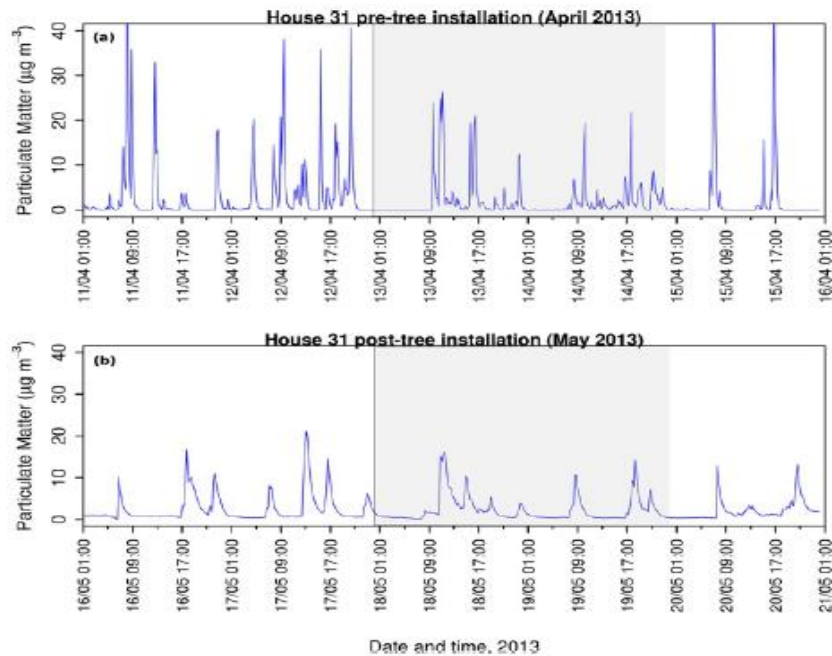


Figura 6. Concentracions de PM10 a dins de la casa núm. 31 durant els períodes: a) 11-16 d’abril de 2013 (abans de la instal·lació de la filera d’arbres) i b) 16-21 de maig de 2013 (després de la instal·lació de la filera d’arbres). Els pics de PM10 als caps de setmana (zona ombrejada) són més baixos i comencen més tard al matí que els dies entre setmana. Observeu les reduccions de PM10 després de la instal·lació de la filera d’arbres. Font: Maher *et al.* (2013), p. 13739

Els bedolls són especialment útils per bloquejar les partícules, gràcies a la presència de petits pèls a les seves fulles en què les partícules s’adhereixen fàcilment. Malauradament, el bedoll no té fulles durant una part de l’any i no es pot utilitzar d’una manera extensiva perquè produeix molt pol·len. I, si bé els arbres perennifolis no són tan eficaços, segons un estudi de Wang i Maher (2019), alguns arbres han donat resultats prometedors en els assaigs realitzats en túnels de vent. El mètode del túnel de vent consisteix a bufar aire en un tub per reproduir-hi les condicions de l’aire que surt del tub d’escapament d’un motor dièsel. L’estudi va trobar que d’altres espècies, com el teix, el saüc, l’arç i el freixe, també eren efectives per eliminar les partícules ultrafines.

Un altre factor que cal tenir en compte a l’hora d’instal·lar fileres d’arbres són les dimensions de l’arbre. Les fileres d’arbres no han de ser excessivament denses o altes perquè, si no, actuarien com a barreres que retindrien la contaminació als carrers, més que filtrar l’aire dels carrers. Com ja hem esmentat, també és crucial determinar el tipus d’arbre que es faci servir, així com el tipus de via pública on les fileres d’arbres siguin més rendibles (a les vies més amples, no són gaire útils) i necessàries (les zones on visquin els col·lectius més vulnerables, com les persones grans o els infants). Així mateix, s’ha

proposat de fer servir les escoles com a camp de prova per plantar-hi diferents barreres de vegetació i analitzar les nanopartícules que hi havia a les aules abans i després de la seva instal·lació per tal de veure què funciona millor i sensibilitzar la població. Finalment, una altra bona opció de prova pilot per copsar l'efectivitat dels diferents tipus d'espècies arbòries és utilitzar arbres que es poden desplaçar i mesurar els nivells de contaminació abans i després d'instal·lar-los.

Segons Maher, també és important assenyalar que habilitar espais verds per reduir la temperatura no és el mateix que utilitzar les zones verdes per reduir la contaminació. Si els efectes de la temperatura són escassos, però el potencial de reducció de la contaminació és més elevat, s'haurien de prioritzar les zones verdes per reduir la contaminació.

Transport públic

En debats posteriors, van sorgir moltes altres possibles solucions, a banda de les fileres d'arbres. Entre elles, reduir l'ús del transport i garantir que el transport públic sigui elèctric i gratuït.

Barcelona té una àmplia flota d'autobusos, de manera que optar per un sistema de transport públic híbrid o impulsat per energies renovables pot contribuir a reduir la petjada de carboni de la ciutat. Transports Metropolitans de Barcelona (el principal operador de transport públic de l'Àrea Metropolitana de Barcelona) té 269 autobusos híbrids al servei urbà, la qual cosa vol dir que el 25 % de la flota (1.085) està dotada amb motors dièsel-elèctrics o de gas-elèctrics.

Filtres per reduir la contaminació atmosfèrica

Altres solucions que s'han proposat són instal·lar filtres HEPA (*high efficiency particulate air*) a les cases, sempre que utilitzin exclusivament energies renovables. Aquests filtres mecànics poden retenir partícules de fins a 0,3 micres. Tanmateix, la seva limitació principal és que s'han de substituir periòdicament perquè es saturen de PM de seguida (Grabianowski, 2018). Maher proposava inicialment situar aquests filtres en zones on visquessin col·lectius de població vulnerable, com les aules i els patis de les escoles.

Sensibilització

Finalment, Maher va esmentar la importància de sensibilitzar la població per canviar els hàbits de les persones. Tanmateix, també cal acció directa de la ciutadania, a la vegada

d'una governança de dalt a baix i una major implicació dels mitjans. En aquest sentit, va reclamar més cobertura mediàtica i la necessitat que els governs assumeixin responsabilitats per les malalties causades per les nanopartícules. Es va referir concretament a [Client Earth](https://www.clientearth.org/)², una organització amb seu a Londres que utilitza el poder de la llei amb finalitats mediambientals i que recentment ha tingut èxit exigint responsabilitats al Govern britànic per la seva política en matèria de contaminació atmosfèrica. Fa poc que ha guanyat un litigi que ha resolt que els tribunals tenen la potestat de jutjar si el Govern compleix o no les obligacions per combatre la contaminació atmosfèrica, arran d'una resolució que establia que la política del Govern era inadequada en aquell moment ([The Guardian](https://www.theguardian.com/environment/2018/feb/21/high-court-rules-uk-air-pollution-plans-unlawful)³, 2018).

A Barcelona, enguany Els tribunals han admès una demanda contra l'Ajuntament de Barcelona presentada per un pare de dos fills que argumentava que els nivells de contaminació excedien els límits permesos i que, en canvi, l'Ajuntament feia molt poc per revertir aquesta situació. El jutjat ha demanat al govern local que hi doni resposta i revisi les dades aportades, però encara no se'n coneix el resultat final ([La Vanguardia](https://www.lavanguardia.com/encatala/20190219/46562873555/demanda-contaminacio-barcelona-mesures-ajuntament.html)⁴, 2019)

Observacions finals

Cada cop és més evident que la contaminació atmosfèrica pot tenir molts efectes adversos sobre el nostre cos i pot perjudicar greument la nostra salut a llarg termini. Així doncs, hem de començar a emprendre accions individuals i també a pressionar els governs perquè desenvolupin polítiques per fer front a aquesta amenaça. Algunes possibles solucions que Maher proposa són instal·lar fileres d'arbres a les vores de les vies públiques per tal de reduir l'exposició a les PM, reduir l'ús del transport i assegurar-se que el transport públic és elèctric i gratuït. Així doncs, els governs nacionals i locals han d'accelerar urgentment els esforços que fan per reduir la nostra exposició a la contaminació, començant per determinar la manera correcta de mesurar les formes més nocives de PM. Barbara Maher es lamentava per la manca de suport institucional i advertia dels riscos de no actuar. Per això, demanava als governs que acceleressin els canvis i actuessin de manera urgent.

² <https://www.clientearth.org/>

³ <https://www.theguardian.com/environment/2018/feb/21/high-court-rules-uk-air-pollution-plans-unlawful>

⁴ <https://www.lavanguardia.com/encatala/20190219/46562873555/demanda-contaminacio-barcelona-mesures-ajuntament.html>

Referències

- BBC (ND): “Trust me I’m a Doctor! The Big Air Pollution Experiment”. Resum. Disponible a: <https://www.bbc.co.uk/programmes/articles/1m0KYIS04ZqwcswP5Q8MQQq/the-big-air-pollution-experiment>
- BBC Inside Science (2019): “Clean Air Strategy, Fast Radio Bursts and Kuba Kingdom”. Disponible a: <https://www.bbc.co.uk/programmes/m00021r4>
- Calderón-Garcidueñas, L.; Mora-Tiscareño, A.; Ontiveros, E.; Gómez-Garza, G.; Barragán-Mejía, G.; Broadway, J.; Chapman, S.; Valencia-Salazar, G.; Jewells, V.; Maronpot, R. R.; Henríquez-Roldán, C.; Pérez-Guillé, B.; Torres-Jardón, R.; Herri, L.; Brooks, D.; Osnaya-Brizuela, N.; Monroy, M. E.; González-Maciél, A.; Reynoso-Robles, R.; Villarreal-Calderón, R.; Solt, A. C.; Engle, R. W. (2008): “Air pollution, cognitive deficits and brain abnormalities: a pilot study with children and dogs”. *Brain and Cognition*, 68(2): 117-127. ePub: 11 de juny de 2008. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.04.008>
- Calderón-Garcidueñas, L.; González-Maciél, A.; Mukherjeed, P. S.; Reynoso-Robles, R.; Pérez-Guillé, B.; Gayosso-Chávez, C.; Torres-Jardón, R.; Cross, J. V.; Ahmed, I.; Karloukovski, V. V.; Maher, B. A. (2019): “Combustion- and friction-derived magnetic air pollution nanoparticles in human hearts”. *Environmental Research*, 176 (setembre), 108567. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108567>
- Carrington, Damian (2016): “Toxic air pollution particles found in human brains”. *The Guardian*, 5 de setembre de 2016. Disponible a: <https://www.theguardian.com/environment/2016/sep/05/toxic-air-pollution-particles-found-in-human-brains-links-alzheimers>
- Cerillo, Antonio (2019): “El jutge admet una demanda per l’alta pol·lució de Barcelona”. *La Vanguardia*, 19 de febrer. Disponible a: <https://www.lavanguardia.com/encatala/20190219/46562873555/demanda-contaminacio-barcelona-mesures-ajuntament.html>
- Chen, H.; Kwong, J. C.; Copes, R.; Tu, K.; Villeneuve, P. J.; van Donkelaar, A.; Hystad, P.; Martin, R. V.; Murray, B. J.; Jessiman, B.; Wilton, A. S.; Kopp, A.; Burnett, R. T. (2017): “Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study”. *Lancet*, 18 de febrer, n. 389(10070): 718-726. ePub: 5 de gener de 2017. Disponible a: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32399-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32399-6)
- Gonet, Tomasz; Maher, Barbara (2019): “Airborne, Vehicle-Derived Fe-Bearing Nanoparticles in the Urban Environment: A Review”. *Environmental Science & Technology*, 53. DOI: 10.1021/acs.est.9b01505. https://www.researchgate.net/publication/334985944_Airborne_Vehicle-Derived_Fe-Bearing_Nanoparticles_in_the_Urban_Environment_A_Review
- Grabianowski, E. D. (2018): “Air Purifier for Smog, Traffic and other Pollution near your Home”. *Molekule Blog*, 18 de desembre. Disponible a: <https://molekule.science/air-purifier-for-smog-traffic-and-other-pollution-near-your-home/>

- Harvey, Fiona (2018): “Air pollution: UK government loses third court case as plans ruled 'unlawful'”. *The Guardian*, 21 de febrer. Disponible a: <https://www.theguardian.com/environment/2018/feb/21/high-court-rules-uk-air-pollution-plans-unlawful>
- Lancaster Environment Centre (2013): “‘Outstanding Scientist’ Wins Medal”. Lancaster University, 3 de desembre. Disponible a: <https://www.lancaster.ac.uk/lec/news-and-events/news/2013/december/barbara-maher-medal/>
- Lancaster Environment Centre (NDc): “Professor Barbara Maher”. Disponible a: <https://www.lancaster.ac.uk/lec/about-us/people/barbara-maher>
- Lancaster University (NDb): “Prof Barbara A Maher”. Staff. Disponible a: <https://www.lancaster.ac.uk/staff/maherb/>
- Lancaster University (NDa): *Barbara Maher*. Research Directory. Disponible a: [http://www.research.lancs.ac.uk/portal/en/people/barbara-maher\(bac8c1ef-a7ee-453b-9637-bed2931eb5ae\).html](http://www.research.lancs.ac.uk/portal/en/people/barbara-maher(bac8c1ef-a7ee-453b-9637-bed2931eb5ae).html)
- Maher, B. A.; Ahmed, I.; Karloukovski, V. V.; MacLaren, D.; Foulds, P.; Allsop, D.; Mann, D.; Torres-Jardón, R.; Calderón-Garcidueñas, L. (2016): “Magnetite pollution nanoparticles in the human brain”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(39): 10797-10801. Disponible a: <https://doi.org/10.1073/pnas.1605941113>
- Maher, Barbara (2019): “Airborne Magnetite- and Iron-Rich Pollution Nanoparticles: Potential Neurotoxicants and Environmental Risk Factors for Neurodegenerative Disease, Including Alzheimer’s Disease”. *Journal of Alzheimer’s Disease*, 71: 1-14. Disponible a: <https://www.doi.org/10.3233/JAD-190204>
- Maher, B.; Ahmed, I.; Davison, B.; Karloukovski, V. V.; Clarke, R. (2013): “Impact of Roadside Tree Lines on Indoor Concentrations of Traffic-Derived Particulate Matter”. *Environmental Science & Technology*, 47(23): 13737-13744.
- Plascencia-Villa, G.; Ponce, A.; Collingwood, J., *et al.* (2016): “High-resolution analytical imaging and electron holography of magnetite particles in amyloid cores of Alzheimer’s disease”. *Scientific Reports*, 6, 24873. Disponible a: <https://www.doi.org/10.1038/srep24873>
- Premsa TMB (2018): “La flota d’autobusos de TMB es modernitza amb 76 noves unitats”. TMB Notícies, 16 de març. Disponible a: <https://noticies.tmb.cat/sala-de-premsa/flota-dautobusos-de-tmb-es-modernitza-amb-76-noves-unitats>
- SmartCitiesWorld (2019): “Netherlands to roll out Europe's largest electric bus fleet”. 27 de setembre. Disponible a: <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/netherlands-to-roll-out-europes-largest-electric-bus-fleet-4629>
- Sunyer, J.; Suades-González, E.; García-Esteban, R.; Rivas, I.; Pujol, J.; Álvarez-Pedrerol, M.; Forns, J.; Querol, X.; Basagaña, X. (2017): “Traffic-related Air Pollution and Attention in Primary School Children: Short-term Association”. *Epidemiology*, 28(2): 181-189. Disponible a: <https://www.doi.org/10.1097/EDE.0000000000000603>
- Wang, H.; Maher, B.; Ahmed, I.; Davison, B. (2019): “Efficient Removal of Ultrafine Particles from Diesel Exhaust by Selected Tree Species: Implications for Roadside Planting for Improving the

- Quality of Urban Air”. *Environmental Science & Technology*, 53(12): 6906-6916. Disponible a: <https://www.doi.org/10.1021/acs.est.8b06629>
- Zhu, Yifang; Eiguren-Fernández, Arantzazu; Hinds, William C.; Miguel, Antonio H. (2007). “In-Cabin Commuter Exposure to Ultrafine Particles on Los Angeles Freeways”. *Environmental Science and Technology*, 41(7): 2138-2145.

AMB LA COL-LABORACIÓ DE:



AMB EL SUPORT DE:

