

Discurs d'investidura com a Doctor Honoris Causa per la Universitat de Lleida de Damià Barceló i Cullerès

Excel·lentíssim i Magnífic Senyor Rector, Jaume Puy, autoritats, familiars, senyores i senyors, amigues i amics, així com Ramon J. Batalla, catedràtic de la UdL i amic per haver acceptat ser el meu padri en aquest acte.

En primer lloc vull donar les gràcies al rector i a la Junta de Govern per haver decidit atorgar-me aquesta alta distinció de Doctor Honoris Causa per la Universitat de Lleida. Pel fet de ser de Menàrguens, La Noguera, on vaig néixer, i d'haver estudiat a Lleida em fa encara més il·lusió l'atorgament d'aquest títol.

La conferència que us impartiré serà d'uns 30-40 minuts màxim i té com a títol:

CONTAMINANTS I QUALITAT DE L'AIGUA: EL REPTE URGENT D'UNA VISIÓ GLOBAL I D'UNA ACCIÓ LOCAL

Serà un repàs de la meua carrera científica condicionada pels avenços de la ciència i de la tecnologia en els darrers 30 anys. Aquesta recerca l'he aplicada a la millora de la qualitat de l'aigua des d'una visió global i tenint com a objectiu principal la identificació de nous contaminants, llur destí i efectes als ecosistemes aquàtics a més de l'avaluació de tecnologies de reducció d'aquesta contaminació. Durant aquests més de 30 anys he intentat integrar i establir ponts entre disciplines tan diverses com són la química analítica, l'ecologia, l'ecotoxicologia, la microbiologia, la hidrologia, la hidromorfologia, així com les enginyeries químiques i mediambientals aplicades sobretot a l'avaluació dels tractaments dels efluents de les plantes depuradores d'aigües residuals més conegudes com EDARs.

Els trets més rellevants d'aquesta carrera investigadora en relació a la recerca en qualitat de l'aigua s'explicaran a continuació acompanyats d'una presentació .

Millors en la instrumentació analítica: espectrometria de masses

Per entendre aquest primer període de la meua carrera investigadora, un cop finalitzada la meua tesi doctoral a la Universitat de Barcelona l'any 1984, vaig fer una estada postdoctoral a la Universitat Lliure d'Amsterdam que condicionaria en gran part el meu futur investigador durant els següents 10-15 anys. Allà vaig estar en un dels pocs laboratoris, pioners a Europa, on es desenvolupava un nou acoblament de la tècnica de cromatografia líquida-espectrometria de masses aplicada a resoldre problemes ambientals. En aquell temps, 1985, aquesta tècnica estava a les beceroles i gairebé ningú no apostava ni

un duro perquè tingués aplicacions al medi ambient. Només uns quants, com el malaguanyat Prof. RW Frei i el Prof. Udo Brinkman hi creien. Aquesta tècnica tenia moltes dificultats instrumentals als seus inicis, malgrat que avui es fa servir de manera rutinària en la detecció de petites molècules en el medi ambient . Això és degut també en gran part a les necessitats dels potents camps biomèdic i farmacèutic que requereixen d'equipaments similars, que va permetre que aquesta tècnica avancés de manera espectacular i de retruc el medi ambient se'n beneficiés.

L'impuls i la validesa internacional va arribar quan a John Fenn li van concedir el Premi Nobel pel desenvolupament de la interfase coneguda com a electrospai l'any 2002. L'esforç en la millora d'aquesta tècnica es pot veure en els resultats. Així, avui es pot arribar a detectar per sota del fentogram, quan el 1985 amb prou feines es podia arribar al nanogram. Això representa una millora de la sensibilitat de més d'un milió de vegades!

Un apunt important aquí! Això ens permet avui en dia identificar molècules que abans no podíem identificar, perquè no disposàvem dels aparells de mesura. Però això no vol dir que els nous contaminants que avui s'identifiquen a l'aigua no hi fossin fa 20 o 30 anys. Per tant, no cal pensar que avui pel fet que s'identifiquin més substàncies tòxiques al medi, estiguem més contaminats. Això és mentida. El que tenim són eines més potents que ens permeten detectar moltes més substàncies al medi quan abans no es podia. També us puc assegurar que el 1985 la depuració de les aigües residuals no s'havia implementat a tot el territori català com ho està avui, després de les inversions fetes en les EDARs durant els darrers anys.

Les aigües residuals i llur depuració: primer treball d'estrogenicitat a l'Anoia

La darrera dècada del segle XX es va caracteritzar per donar un gran impuls al tema de la depuració d'aigües residuals. En aquesta línia, la legislació desenvolupada a Catalunya fou capdavantera. Des del 1981 hi una llei del Parlament, la 5/1981 de 4 de juny , que regula en matèria d'obres i serveis el tractament i recuperació de les aigües residuals de Catalunya. Aquesta llei del Parlament va ser l'origen de la Junta de Sanejament. Posteriorment la directriu de la Unió Europea 91/271 de l'any 1991 va sotmetre el compliment d'uns calendaris de recollida de les aigües residuals urbanes i del tractament, en funció dels habitants/equivalent.

Una reflexió important. Pensem que la recerca mediambiental té un element tractor i és la legislació. Nova legislació en matèria d'aigües fa que normalment s'hi afegixin més paràmetres a determinar i a nivells més baixos, la qual cosa té com a conseqüència que cal millorar els sistemes de depuració de les EDARs per complir la nova normativa.

En part degut a la Directriu del 91, la Unió Europea va engegar diferents programes de recerca per donar suport científic i tècnic a aquesta legislació. Això va fer que s'iniciessin estudis tant a Catalunya com a Europa per conèixer millor com es comportaven aquests nous compostos no regulats encara, anomenats emergents, en les EDARs. En aquesta línia la UE va crear el *Waste Water Cluster* –on hi havia cinc projectes relacionats– que vaig coordinar des dels anys 1997 al 2001.

Un dels primers treballs que van detectar estrogenicitat a les aigües residuals tractades va tenir lloc a Anglaterra, dirigit per l'amic i Prof. a la Universitat de Brunel a Londres, John Sumpter, que es va publicar el 1998. Es va relacionar la contaminació per estrògens com a responsables de l'estrogenicitat, canvi de sexe, malformacions, d'alguns peixos de riu, com els ciprínids.

Aquí a Catalunya i Espanya estàvem estudiant el mateix fenomen a les EDARs dels rius Anoia i Cardener, on vàrem trobar efectes similars a la depuradora d'Igualada, treball que es va publicar just un any més tard. Aquest treball i d'altres de relacionats van tenir molta repercussió als mitjans, premsa i televisió, i ens va demostrar que, en alguns casos, la depuració d'aigües residuals exigia millores i, a més, que calia minimitzar els abocaments a les EDARs. D'altra banda era evident que aquests nous contaminants, que no es detecten visualment i que semblava que no afectaven l'ecosistema, presentaven uns efectes negatius per als nostres peixos. Com a conseqüència d'això es van detectar estrògens que van provocar un augment important de la vitel·logenina a les carpes mascles recollides a l'Anoia. És una contaminació d'uns nivells per sota dels de toxicitat i que, si bé no provoca la mort, sí que té efectes negatius a curt i llarg termini, com són malformacions i canvi de sexe.

Aquest fet ha marcat molta recerca posterior en estudis d'ecotoxicologia al medi aquàtic i encara avui és d'actualitat. És una contaminació silenciosa, amagada i continua en el temps. Com ja sabeu, molts dels fàrmacs i molts cosmètics són d'ús diari i, per tant, es detecten contínuament a l'aigua. És una contaminació a nivells molt baixos, de pocs nanograms, però que inclou el que s'anomena "còctels de substàncies i dels seus productes de transformació". De moltes d'aquestes barreges encara se'n desconeixen llurs efectes a llarg termini, que d'alguna manera intuïm que contribuiran a disminuir la biodiversitat de l'ecosistema aquàtic, però que malauradament no ho detectarem fins d'aquí a uns anys.

Sequera , canvi climàtic , contaminants i vigilància ambiental

De vegades, els químics, i gran part de la societat també, tenim tendència a pensar que tot el que passa a l'aigua, sobretot els efectes sobre els organismes, és culpa de la química, o sigui, de la contaminació. Aquesta afirmació no és completament certa. Hi ha molts

altres aspectes a tenir en compte com els canvis de temperatura del riu, la variabilitat hidrològica, els fenòmens extrems com inundacions i sequeres, entre d'altres, que tenen efectes negatius sobre l'ecosistema. Són ben coneguts els greus episodis de sequera a Catalunya, en especial el del 2008, que va afectar l'abastament. A Barcelona es van haver de fer instal·lacions al port per permetre que arribessin vaixells carregats d'aigua. La sequera està directament relacionada amb l'escalfament del planeta i el canvi climàtic. Un exemple, en són els gasos d'efecte hivernacle deguts només al CO₂ que representen un 27%, 15 %, 11% i 7% per a la Xina, Estats Units, Unió Europea i l'Índia, respectivament. Les prediccions indiquen que la temperatura pujarà entre 1,3 a 2,7 C fins al 2050, i més endavant l'augment serà de 4° C, cap al 2100. El març del 2009, John Beddington, assessor en cap, en matèria de ciència del govern anglès, va predir per al 2030 la "tempesta perfecta". Al ritme de creixement actual faria falta un 50% més d'aigua, 50% més d'energia i un 50% més d'aliments. Sabem també que la contaminació ocasionada a nivell mundial, ja sigui per la depuració insuficient de les EDARs, o perquè no n'hi ha encara, afecta ara a més d'un bilió de persones a tot el món i segons les prediccions arribarà als 2,5 bilions de persones l'any 2050.

Pel que fa a la contaminació urbana som conscients que les EDARs convencionals no depuren al 100% els nous contaminants que avui es poden detectar a molt baixes concentracions. Queda clar que el canvi climàtic i la sequera agreujaran aquesta situació per un fet evident, que els cabals d'aigua disminuiran, però l'activitat econòmica seguirà el seu ritme segurament creixent i, d'aquesta manera, la contaminació dels rius serà més elevada vulguem o no, només pel sol fet d'un efecte de concentració dels contaminants a l'aigua.

Una de les actuacions més vàlides per tal de fer un seguiment i entendre millor quin és l'estat del nostre medi és la vigilància ambiental. Primer cal establir programes de vigilància que integrin experts de diferents disciplines per conèixer millor els nostres ecosistemes aquàtics, com funcionen, sobretot en unes condicions gens favorables com són les de la Mediterrània, principalment de manca d'aigua. En aquest sentit, cada riu és un món, té les seves característiques hidromorfològiques, embassaments, contaminació d'origen urbà, agrícola i industrial. Per tal de saber com estan els nostres rius fan falta programes de vigilància ambiental que hauran d'incloure químics, ecològics, ecotoxicològics, hidrològics, hidromorfològics, quimiomètrics i modelitzadors entre d'altres per poder fer una avaluació integradora.

En els rius mediterranis es dona el que s'anomena jerarquia dels efectes. D'acord amb Sergi Sabater de l'ICRA, aquesta jerarquia ve definida per l'extracció d'aigua, construcció de preses, reg agrícola que té la seva dinàmica i que provocarà alteracions geomorfològiques, pèrdua de connectivitat hidrològica i efectes dels nutrients i contaminants. Tots aquests elements en conjunt incidiran en les estructures del biofilm, macroinvertebrats i peixos del riu i, per tant, en

l'estructura i funcionament dels nostres rius i ens permetran entendre una determinada conca hidrogràfica. Com fer-ho? mitjançant el que s'anomena *case studies* o exemples, on es veu l'efecte del canvi climàtic i global mitjançant programes de vigilància ambiental relacionats amb la qualitat/quantitat d'aigua. D'aquesta manera es podrà definir quin és l'estat químic i biològic dels nostres rius, i posteriorment proposar des de solucions tecnològiques i millorar tant el sanejament com els usos del sòl i minimitzar la contaminació difusa.

En els darrers 15 anys he coordinat des de Catalunya a través de l'IDAEA-CSIC i de l'ICRA-CERCA dos importants programes de vigilància: el primer, dut terme a Espanya a través del programa Consolider Ingenio del 2009-2014, el projecte SCARCE, i l'altre projecte, GLOBAQUA, en la mateixa línia i que fou finançat per la Unió Europea des del 2014 al 2019. Aquests dos projectes van integrar les diferents disciplines i van poder establir nivells de qualitat de diferents rius com l'Ebre, Llobregat, Guadalquivir, Xúquer, Adige, Sava i Evrotas, entre d'altres.

En aquesta presentació es mostraran alguns exemples com la contaminació associada als sediments en suspensió quan hi ha una crescuda sobtada al riu Ebre, fet en col·laboració amb Ramon J. Batalla, de la universitat de Lleida, i Antoni Ginebreda, de l'IDAEA-CSIC, on s'integra la hidromorfologia i química ambiental. En aquest treball es van calcular els cabals i les càrregues totals dels contaminants orgànics persistents que queden en suspensió després de la crescuda i és una simulació de les pujades sobtades de cabal en condicions extremes que seran més freqüents sota el canvi climàtic. La vigilància ambiental té un gran ajut per part de la quimiometria i del tractament de dades. Podem tenir també mapes acurats dels punts de contaminació al llarg de la conca, com el que mostrarem de l'Ebre, fet en col·laboració amb Romà Tauler i Silvia Lacorte de l'IDAEA-CSIC. Un altre exemple correspon als mapes de risc de les conques estudiades en el projecte SCARCE. Els estudis del risc de toxicitat a algues es pot observar com els pesticides són els compostos que suposen un major risc respecte als més de 200 compostos estudiats de diferents famílies químiques. L'impacte als peixos de les quatre conques es pot observar en aquest treball liderat per Yolanda Picó de la Universitat de València que va determinar més de 130 contaminants emergents presents en espècies de peixos de les quatre conques d'Espanya. El darrer exemple que mostraré seran els nivells de nous compostos emergents com els nanomaterials de la família dels fullarens que es van detectar al riu Sava. Aquest treball fou liderat per Marinella Farré, de l'IDAEA-CSIC, i Josep Sanchis, de l'ICRA-CERCA, i es van detectar uns nivells molt alts causats per un fort impacte de la contaminació industrial –aquests compostos provenen de la combustió de derivats del petroli– i segurament també pel fet que al riu Sava hi aboquen aigües residuals de països que encara no formen part de la Unió Europea com Sèrbia i que encara no estan afectats per la regulacions comunitàries.

De manera paral·lela treballem en programes de vigilància a nivell internacional. I un exemple que vull mostrar aquí és la col·laboració amb US EPA, a través de Belinda Huerta i Sara Rodríguez, de l'ICRA-CERCA, on es van determinar els nivells de fàrmacs en diferents espècies de peixos dels rius dels Estats Units. Aquest darrer exemple ens indica la validesa dels programes de vigilància a nivell global i que és una manera de poder avaluar i comparar l'estat dels nostres ecosistemes aquàtics al llarg del temps i entre països diferents.

Finalment en aquest apartat de vigilància ambiental dels ecosistemes aquàtics he parlat sempre de rius, però no vull deixar de banda les aigües subterrànies, sovint les grans oblidades perquè no les tenim a la vista. En aquest sentit, a l'IDAEA-CSIC, en col·laboració amb Jesús Carrera i Enric Vázquez i Miren Lopez de Alda, a més de Mira Petrovic de l'ICRA-CERCA, es van dur a terme treballs per saber l'estat de l'aigua subterrània, centrats molts d'ells en els pous de Barcelona, on es van fer el seguiment d'un gran ventall de contaminants emergents com els detergents de tipus alquilfenol sulfonats (LAS) que són d'ús domèstic. Malgrat que els nivells detectats són baixos a tot Barcelona, sí que s'observa que són presents gairebé sempre al subsol de Barcelona degut a l'ús constant a les llars i a fuites de la xarxa de sanejament. No hem d'oblidar que saber la qualitat de l'aigua dels pous urbans ens permetrà tenir una font addicional de subministrament d'aigua a la ciutat de Barcelona que podrà tenir diferents usos i que podrà ser molt necessària per al subministrament d'aigua de boca en cas d'una emergència, com fou la forta sequera del 2008.

EDARs: tractament i reutilització

Per tal de millorar la qualitat de l'aigua dels nostres rius és evident que cal millorar els tractaments de les EDARs. L'aigua residual és, d'una banda, aigua reutilitzable, però també és una font de contaminació i, per tant, caldrà eliminar-ne els patògens i contaminants per a la seva reutilització. Per fer això tenim disponibles tot un ventall de tecnologies per a la depuració de les aigües residuals, amb tractaments terciaris que van des de l'oxidació avançada, adsorció amb carbó activat, membranes de nanofiltració i osmosi inversa, entre d'altres. La reutilització és cada cop més important arreu i cada dia agafa més embranzida, sobretot en un escenari de manca d'aigua. Recentment ha rebut una gran empenta arran de la recent regulació del Parlament de la Unió Europea 2020/41 i del Consell del 25 de maig de 2020 sobre els requeriments mínims de la reutilització de l'aigua residual tractada per a ús agrícola. Les noves normes en reutilització de la Unió Europea no entraran en compliment fins al juny del 2023 i han de ser un estímul per incrementar la reutilització a tot el territori.

Aquí vull citar un parell d'exemples de tecnologies de tractaments avançats com nanofiltració i processos d'oxidació a les EDARs de Platja d'Aro i Toledo, respectivament, liderats des de l'ICRA per Ignasi Rodríguez-Roda, Joaquim Comas i Sara Rodríguez, entre d'altres.

Aquestes tecnologies no convencionals permeten una millor i gairebé completa eliminació de fàrmacs i de resistències d'antibiòtics, un altre dels problemes que preocupa de manera alarmant la nostra societat.

Com a exemple pràctic de reutilització mostraré els estudis realitzats els darrers anys a l'Àrabia Saudita sobre la reutilització d'aigües residuals tractades tant per a l'agricultura com per al reg de plantes naturals, fets en col·laboració amb la Universitat King Saud i Yolanda Picó de la Universitat de València. Cal que s'entengui que a l'Àrabia Saudita no hi ha rius i la majoria de l'aigua disponible prové dels efluent de les depuradores que es barregen en alguns casos amb les aigües subterrànies. De fet, els saudites, a l'aigua que surt de la depuradora de Riad, l'anomenen "el riu de Riad", perquè és el que més s'assembla a un riu. Per tant, queda clar que si volem conrear nous camps agrícoles en zones desèrtiques l'única opció és reutilitzar l'aigua tractada de l'EDAR. Una situació que ja fa una pila d'anys coneixen els israelites i que aquí al nostre país s'està donant a Múrcia i a d'altres llocs d'Espanya. Tenint en compte les tecnologies de tractament d'aigües residuals disponibles, avui no ha de representar cap problema eliminar eficaçment els nous contaminants i patògens i poder utilitzar aquestes aigües per al reg agrícola. Aquí, però, faran falta també campanyes de credibilitat per convèncer a la població que els camps agrícoles es poden regar amb aquesta aigua sempre que es compleixin els requisits de qualitat.

En aquests temes de tractament d'aigües residuals no vull oblidar tampoc els treballs que des de fa uns anys he anat realitzant amb la Facultat d'Enginyeria de la Universitat Autònoma de Barcelona i el Tecnológico de Monterrey de Mèxic per tal d'estudiar diferents ecotecnologies basades en fongs i algues, entre d'altres, que permetin l'eliminació dels contaminants emergents a les aigües residuals.

Macro/micro/nanoplàstics i residus de plàstic deguts a la Covid-19

La contaminació per macro, micro i nanoplàstics és un dels temes de moda des de fa uns anys. Aquí teniu algunes dades. S'estima que entre 4-12 milions de tones de plàstic van a parar al mar cada any a través dels nostres rius principalment, i es calcula que per al 2050 hi haurà més plàstic que peixos. Cada any es produeixen uns 350 milions de tones de plàstic, i més de 100 milions de tones de fibres tèxtils. S'ha fet una estimació del consum de partícules de plàstic per persona i any i es calcula que ingerim entre 50-100 mitjançant la sal marina, 4000 per l'aigua de beguda, 11000 pel marisc i peix. A més cada any fem servir 4 trilions de bosses de plàstics i es calcula que a tot el món cada minut se'n fan servir 1 milió de bosses de plàstic, i cal tenir en compte que la majoria són de plàstic d'un sol ús. Totes aquestes dades són d'abans de la Covid-19, i queda molt clar que durant i després d'aquests números han empitjorat considerablement.

El que sabem avui dia sobre el plàstic es pot comparar al d'un iceberg: només es veu una part molt petita del problema, la que sura, que serien els plàstics més grans, els macroplàstics, i també una part dels microplàstics, però ens falta molta informació sobre els de mida més petita, els nanoplàstics. Per conèixer l'impacte al medi ambient caldrà també, com en els cas dels contaminants emergents, endegar programes de vigilància.

En aquesta presentació de l'Honoris Causa, ja ens trobem a la segona part. Donaré un parell d'exemples dels treballs que estem realitzant per a la vigilància de microplàstics en diferents llocs, com són les aigües de reutilització de l'Aràbia Saudita en col·laboració amb la Universitat King Saud i Yolanda Picó de la Universitat de València, així com els estudis desenvolupats a la badia de Hangzhou, a la Xina, en col·laboració amb investigadors de la Universitat Zhejiang A & F de la Xina, per veure els efectes en sòls agrícoles i l'estuari.

Cal esmentar que la problemàtica de la contaminació per plàstic ha empitjorat considerablement des de la pandèmia, a partir del març del 2020. En aquest període un grup d'investigadors, liderats per Teresa Rocha-Santos de la Universitat d Aveiro, a Portugal, hem publicat articles d'opinió alertant sobre el tema, relatant l'empitjorament que suposa per al medi l'ús massiu de mascaretes, material mèdic i guants, entre d'altres. És una manera de fer una difusió científica de problemes recents i d'alertar la societat per posar-hi remei.

Algunes dades. El març del 2020 l'OMS estima que al món es devien utilitzar 89 milions de mascaretes per mes, però els números reals són molts més elevats. Només Alemanya va utilitzar a partir d'abril de 2020, 60 milions de mascaretes per mes. A Itàlia el mes de novembre del 2020 es van adquirir 1040 milions de mascaretes i 57 milions es van gastar en una setmana perquè es van oferir a tot el personal de serveis públics. Els darrers mesos només a Àsia s'han utilitzat 2,3 bilions de mascaretes diàries, d'un total de 4 bilions a tot el món.

Pel que fa a la generació de residus, les dades impressionen. Un tema important: la gestió de residus està directament relacionada amb l'economia, com en el cas de l'aigua que he esmentat abans. Per simplificar-ho, els països rics incineren i els pobres envien els residus als abocadors. Així, a Wuhan, amb 11 milions d'habitants, on es va detectar el primer cas de Covid-19, es va passar de gestionar 45 tones per dia abans de la Covid-19 a 247 tones per dia en temps de Covid-19. Tot va a incineració. A Catalunya es va passar de gestionar de 275 a 1200 tones per mes. A l'Índia amb 1,3 bilions de persones, cada dia es generen 6500 tones de residus mèdics per dia deguts a la panèmia i que van als abocadors.

Tots sabem que la detecció del virus es fa per q-PCR. Però el que no sabem és que cada mesura genera 37g de plàstic. Així, fins a l'agost del

2020, s'havien generat 15.000 tones de plàstic només deguts als PCRs a tot el món.

Les solucions que hi ha són conegudes. Haurem d'eliminar els plàstics d'un sol ús, que encara representen més del 40% del plàstic: Per una altra banda, cal produir un plàstic més biodegradable. Aquí de nou la química ens pot ajudar. A més caldrà desenvolupar més legislació al respecte i també la societat en general caldrà que s'impliqui més a través d'ONGs i d'altres associacions, el que ara s'anomena *citizen science*.

Una altra conseqüència immediata de la Covid-19 i de l'ús del plàstic és que caldrà repetir molts programes de vigilància de microplàstics que s'havien fet anys enrere i veure l'impacte real sobre l'ecosistema després de l'ús massiu del plàstic durant la Covid-19.

Epidemiologia d'aigües residuals (WBE): valorització de les EDARs

Hem pogut comprovar aquests darrers anys com mesures realitzades a les aigües residuals ens poden ajudar a fer un seguiment de determinades malalties, patògens, contaminants, drogues, biomarcadors i proteïnes entre d'altres. Ho simplificaré: hi ha dues aproximacions, o es fa un seguiment d'indicadors microbiològics o d'indicadors químics.

Parlem del cas de la microbiologia, que és el primer de tots. Vull recordar aquí que la utilització de la xarxa d'aigües residuals per fer estudis epidemiològics es va realitzar per primer cop a Anglaterra. J.W. Wilson el 1928 ja va publicar al *British Medical Journal* el primer treball on va demostrar un cas de tifus *B.typhosus*, que és la salmonella typhosa, que es pot transmetre per aigua o aliments. Es va detectar a la xarxa d'aigües residuals de Belfast i va marcar l'inici d'aquesta disciplina coneguda com epidemiologia d'aigües residuals o WBE, per l'acrònim anglès. L'any següent J D Allan Gray a Edimburg, l'any 1929, va venir a demostrar el mateix detectant la salmonella paratyphosa a les aigües residuals deguda a l'excreció per part de malalts de tifus. Dit això, és bo recordar que aquest darrer any l'ICRA, juntament amb la Universitat de Barcelona, Eurecat i finançats per l'ACA i el Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, estan col·laborant en la detecció SARS-CoV-2 a les aigües residuals. Un cop més un treball d'integració en aquest cas entre administració pública i centres de recerca i universitats. El més rellevant és el fet que ha permès establir tendències en l'evolució del virus a Catalunya a través de la detecció a les aigües residuals i complementar així les dades clíniques.

Si passem ara als indicadors químics, recordarem que a principis del 2008 va sortir la notícia de la presència de cocaïna i altres drogues a les aigües residuals de Barcelona. Va ser un dels primers treballs on es va detectar drogues il·lícites a les aigües residuals utilitzant l'aproximació

del WBE i que van ser liderats per Cristina Postigo i Miren López de Alda de l'IDAEA-CSIC. La xarxa de sanejament, així com les EDARs ens permeten fer aquests tipus d'estudis. Avui s'utilitza també per determinar nivells de consum d'alcohol, així com d'altres tipus de drogues i fàrmacs, i relacionar-ho amb el nombre de pacients. Un exemple a nivell global és la metformina que està directament relacionada amb la diabetis i que afecta moltíssima gent arreu del món.

El darrer exemple en aquesta mateixa línia de WBE correspon als darrers treballs que estem realitzant amb altres molècules químiques, però en aquest cas més grans: proteïnes i pèptids. Aquests treballs es fan en col·laboració amb Joaquin Abian, Montserrat Carrascal i Antoni Ginebreda i ens permeten fer el seguiment de diferents grups de proteïnes i pèptids a les aigües residuals, així com determinar-ne l'origen animal. Això ens permetrà saber quines depuradores reben més impacte i de quin tipus, ja sigui de diferents granges de porcs, pollastres o vaques, així com d'animals domèstics o del mateix home. Es tracta del que s'anomena "proteòmica ambiental" que ha de permetre donar informació addicional de l'impacte dels diferents abocaments a les EDARs. D'una banda, ens permetrà tenir una informació més acurada d'algunes activitats, com la ramadera, així com de la població en general i, de l'altra, ens ha de permetre al mateix temps de disposar de més dades per a la millora del funcionament de les EDARs. També crec que la proteòmica ambiental en un temps no gaire llunyà es podrà utilitzar per mesurar les proteïnes del virus presents a les aigües residuals, però en aquest moment la metodologia no ho permet.

Recomanacions , solucions i necessitat de comunicació

En aquesta presentació he fet un repàs de la meva carrera investigadora i dels principals trets que han marcat etapes ben diferenciades: des de les millores instrumentals de les mesures per espectrometria de masses, fins als estudis de vigilància ambiental, integrant tot un ventall de disciplines, totes elles necessàries per tal de conèixer millor els nostres ecosistemes aquàtics sotmesos ja avui a un canvi climàtic i a una pressió global. El fet és que cal sempre investigar i buscar nous contaminants, a l'estil d'un *Sherlock Holmes*, I no oblidem que sempre hi haurà nous productes químics que hi seran presents a l'aigua i que de moment o no els podem detectar o no sabem si hi són. Aquesta nova recerca és la que alimentarà en el futur la legislació ambiental, quan es demostrï que hi ha efectes sobre el medi. També s'ha comentat la problemàtica creixent del plàstic i la valorització de les EDARs per desenvolupar estudis epidemiològics, tant de tipus microbiològic com químic, buscant sempre els biomarcadors que ens puguis ajudar a entendre millor els problemes de contaminació global del medi aquàtic molts cops associats a salut o hàbits dels humans. Cada cop més aspectes de salut ambiental van del bracet amb salut humana. Aquí parlariem de resistències d'antibiòtics, del SARS-CoV-2, proteïnes i d'altres biomarcadors presents a les aigües residuals i a les EDARs. I

és per això que la comunitat científica parla cada cop més del terme *One Health* que vol dir en poques paraules una sola salut, ambiental i humana a la vegada.

Solucions i necessitat de comunicació: Per a mi no hi ha una sola solució miraculosa. Ens calen solucions coordinades, integradores, des d'una nova legislació que reguli els nous contaminants de l'aigua i la gestió de residus, i al mateix temps anar introduint les millores tecnològiques sobre el terreny, és a dir, resoldre els problemes a nivell local. La necessitat de comunicació es també part de la solució i es resoldrà de diferent maneres, mitjançant campanyes de prevenció i implicació de la societat, el que ja he comentat abans de *citizen science* i fent ús de les xarxes socials com *Twitter*, *Instagram* i d'altres mitjans socials. En aquest sentit com a científics tenim el compromís de compartir les nostres dades i descobertes amb la societat. La traducció de descobertes científiques a un llenguatge periodístic no és gens fàcil i la primera responsabilitat la tenim nosaltres els científics. Aquest tema sempre m'ha preocupat a mi particularment i cal fer aquest esforç, si es fa, tothom hi sortirà guanyant. La societat en general entendreà molt més el que fem i perquè ho fem. En el cas concret de la recerca en medi ambient sabem que depèn, en la majoria dels casos, de fons públics, és a dir dels impostos de tothom, si la societat veu que el que fem es rellevant, entendreà millor com s'utilitzen els recursos públics i no l'importarà gens donar el seu vistiplau a que s'incrementin. Això només farà que reforçar la recerca en ciència i tecnologia que s'està desenvolupant en temes relacionats amb el medi ambient i en particular amb la qualitat de l'aigua. Només amb una visió global i una acció i comunicació local, constant i persistent podrem millorar els nostres ecosistemes aquàtics i de retruc la qualitat de vida dels ciutadans.

Records i agraïments

Vull fer a més una referència especial al meu cosí Victor Siurana, que va ser un dels professors que va lluitar més perquè la UdL arribés a tenir el reconeixement que té avui i a qui li faria molta il·lusió ser-hi, així com al meu pare Francesc, nat a Mallorca, mestre que ens va educar sense descans en llatí i matemàtiques tot el batxillerat, al meu germà Joan, escriptor, artista i gran defensor del català de ponent amb una visió global i que malauradament ens van deixar tots ells massa aviat. També a la meva mare Elvira i germana Maria Pilar, presents a la sala, a més de na Carme la meva dona, també de ponent, de Guissona: totes elles sempre m'han donat suport en aquesta feina que requereix una setmana 996 com diuen a la Xina.

Com també vull agrair l'educació rebuda a tot el professorat del Col·legi Episcopal de Lleida des de l'any 1964 al 1970 i en especial a un dels seus directors, mossèn Jordi Pardell que avui ha pogut assistir a aquest acte i que li agraeixo de tot cor. A més em cal agrair la inspiració i formació transmesa pel meus directors de tesi doctoral a la Universitat

de Barcelona: el malaguanyat Lluís Eek Vancells i Maria Teresa Galceran Huguet, així com al qui fou cap del Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona els anys que vaig fer la tesi, del 1977-1984 i que fou qui em va proposar com a membre de l'Institut d'Estudis Catalans l'any 1999, el malaguanyat Enric Cassasas i Simó, mestre, educador i d'una conversa sempre entranyable. Al malaguanyat Roland W Frei i a Udo Brinkman de la Universitat Lliure d'Amsterdam per haver-me dirigit en la meua estada post doctoral a Holanda i haver après moltíssims amb ells, sobretot a desenvolupar-me en el món de la recerca a Europa. I també a Joan Albaigés i Riera per facilitar-me l'entrada al CSIC.

Des del 2008 he tingut una doble filiació com a professor d'investigació del CSIC i director de l'ICRA-CERCA que m'ha permès entendre millor el sistema públic de recerca espanyol i català, que, malgrat tenir una finalitat similar, la governança hi és molt diferent. Vull agrair a les diferents presidències del CSIC, així com als diferents consellers/es de la Generalitat per haver permès el desenvolupament de les meves funcions al llarg d'aquests anys, així com a Lluís Calvo, coordinador institucional del CSIC a Catalunya i gran facilitador d'aquests acords des del 2008 fins a la data. També als diferents directors generals de Recerca del Govern de la Generalitat durant aquest període: Ramon Moreno, Joan Roca, Josep M. Martorell, Francesc Subirada i Joan Gómez Pallarès i així mateix al Director del CERCA, Lluís Rovira.

Finalment vull agrair als 67 estudiants de doctorat que fins a la data he tingut la oportunitat de dirigir o codirigir al llarg de la meua carrera científica. Tres d'ells han arribat al cim de la carrera investigadora al CSIC, Universitat de Maastricht a Holanda i a ICREA. D'altres són investigadors/es destacats a Noruega, França, Suïssa, Canadà, els Estats Units, a l'IDAEA-CSIC i a l'ICRA-CERCA. També al centenar llarg d'estudiants post doctorals d'arreu del món que han passat pels laboratoris així com les col·laboracions permanents i constants amb científics dels Estats Units, Mèxic, Brasil, Colòmbia, Xina, Índia, Aràbia Saudita, Marroc, Algèria, Nova Zelanda i la majoria de països de la Unió Europea així com dels diferents estudiosos d'arreu que han volgut compartir el coneixement i avenços científics en el camp del contaminants emergents i que han contribuït de manera notable que se m'hagi citat més de 100,000 cops segons el *google scholar* fent pujar els meus indicadors científics a uns nivells que mai m'hagués esperat. També a tot l'equip científic i de suport de l'ICRA-CERCA, en especial a l'equip que gestiona més a prop de la direcció el dia a dia del centre, Sergi Sabater, Olga Corral, secretària organitzadora de la meua agenda, ànima de l'institut amb dedicació també 996, Ivan Sánchez, Jaume Alemany i David López i al personal de suport de l'IDAEA-CSIC, en especial a Roser Chaler per la seva constant i eficaç dedicació al servei d'espectrometria de masses i a Àngels Quiroga, a la meua secretària de "tota la vida" sempre a punt per resoldre els complexos problemes que ens planteja l'administració i gestió diària de la recerca.

Com a cloenda dir i agrair molt de nou a la universitat de Lleida en la persona del seu rector Jaume Puy l'atorgament d'aquest Honoris Causa. Es el segon que se m'atorga, després del de la universitat de Ioannina, a Grècia, l'any 2014, però per a mi, aquest, el de Lleida, és el més sentit. Per què? Fàcil d'explicar, sóc d'aquí de ponent, i he pogut convidar a familiars i amics des de la meva època del poble, de Menàrguens, de Lleida, companys del col·legi major llerdense a Barcelona, de la Universitat de Barcelona de quan fèiem el doctorat i a col·laboradors i amics dels darrers 30 anys. Tots ells m'han pogut acompanyar en aquest acte, importantíssim en la meva carrera científica i el màxim guardó que atorga la universitat. Espero que sigui també un estímul per als universitaris més joves que hi ha en aquest acte i als que el segueixen per *Youtube*. Veure que l'esforç en aquests vida potser que sigui premiat o no, però jo us puc dir que sóc molt afortunat perquè avui se m'ha premiat amb escriure. Gràcies a totes i a tots per venir i escoltar -me una estoneta!